

RIJKSUNIVERSITEIT — GENT
FAKULTEIT VAN DE LANDBOUWWETENSCHAPPEN

Akademiejaar 1970 - 1971

NATUURSTUDIE EN VERGELIJKENDE REINKULTUUR
VAN OBLIGAAT EN FAKULTATIEF
GRASBEWONENDE PSALLIOTA'S

door

J.A. POPPE

Proefschrift tot het bekomen van de graad van
Doctor in de Landbouwkundige Wetenschappen
op gezag van
Rektor: Prof. Ir. D. VANDEPITTE

Deken: Prof. Ir. M. SLAATS

Promotor: Prof. Ir. J. VAN HOLDER

VOORWOORD

Reeds als student kreeg ik van mijn promotor, Prof. Ir. J. VAN HOLDER, heel wat fytopathologische en mycologische vorming, niet alleen tijdens de gezellige lessen met rondom ons paddestoelmodellen in de muurkasten, doch vooral toen ik in zijn laboratorium mijn einde studiën-werk over de champignonkultuur mocht voorbereiden. Ook dit huidig doctoraatsschrift kreeg onder zijn leiding en advies een definitief skelet waarna ik zonder onderbreking dit biologisch veld-en labowerk breedvoerig kon ontplooiën. Ik ben gelukkig hem hiervoor zeer hartelijk dankbaar te mogen blijven.

De vele dienstverplaatsingen naar weiden en mycologische voordrachten, waaronder meerdere naar het buitenland, konden alleen geschieden dank zij de Heren erector Prof. Dr. A.G. BAPTIST en deken Prof. Ir. M. SLAATS, door wiens gunstig advies mij de nodige materiële vervoersmiddelen ter hand werden gesteld.

De aanmoedigingen en raadgevingen die ik van de Heren juryleden Prof. Dr. P. VAN DER VEKEN, Prof. Ir L. EECKHOUT, en Prof. Dr. Ir G. BOESMAN tijdens korte persoonlijke kontakten mocht ontvangen en die mijn vorsingswerk stimuleerden wil ik hier graag met erkentelijkheid vermelden. Ook Prof. Dr. Ir. W. WELVAERT en de Heer Ass. A. ROOS kan ik onder dit oogpunt niet vergeten.

Omwille van de leerzame persoonlijke of schriftelijke kontakten mag mijn dank niet ontgaan aan Prof. Dr. P. HEINEMANN (Gembloers), Curator Dr. R. SINGER (Chicago) en aan Prof. Dr. V. MEJSTRIK van Praag.

Een mild gebaar van waardering wijd ik hier aan de Heer en Mevrouw J.M. VAN DE VIJVER-VAN HOUT, respektievelijk om hun dienstbetoon bij bibliographische, administratieve en fototechnische problemen alsmede om de degelijke daktylographische en labo-technische medewerking.

Aan al ons laboratoriumpersoneel en tevens aan de gastvrije landbouwers die mij lieten delven op hun weiden, bied ik graag een oprecht woord van dank.

En zeker past het hier mijn voorwoord te besluiten met genegen dankgevoelens voor mijn echtgenote om de vele vrije uren en verlofdagen die zij, ten bate van dit werk, geduldig in beslag zag genomen worden.

Moge dit nederig vorsingswerk een bescheiden bijdrage betekenen tot de verruiming van de Psalliota-wetenschap.

Gent, 4 oktober 1970.

J.A. POPPE.

I N H O U D S T A F E L

1. INLEIDING	1
2. SYSTEMATIEK EN SOORTENRIJKDOM	3
2.1. Systematisch overzicht van het geslacht <i>Psalliota</i>	3
2.2. Soortenrijkdom met synoniemen, ingedeeld naar herbifiele eigenschappen	15
3. VERGELIJKENDE BESCHRIJVING DER BESTUDEERDE SOORTEN	29
3.1. Bestudeerde soorten	29
3.2. Vergelijkende morfologische waarnemingen	32
3.3. Nadere bijzonderheden per soort	39
4. LEVENSWIJZE EN ECOLOGIE IN DE NATUUR	49
4.1. Grasziekte of symbiose?	49
4.2. Levenscyclus in vivo	58
4.3. Groeimilieu en vindplaatsen	64
4.4. Ontstaan van heksenringen	72
4.5. Klimatologische factoren	77
4.6. Welke der 5 <i>Psalliota</i> 's is de geteelde champignon?	81
4.7. Mogelijke oorzaken van teloorgang in de natuur	91
5. BIOLOGIE EN GROEIVERLOOP IN REINKULTUUR	94
5.1. Fasen van de levenscyclus bij de bestudeerde <i>Psalliota</i> 's	94
5.2. Laboratoriumonderzoek naar de mogelijkheden van symbiose	112
5.3. Nadere bijzonderheden over de vergelijkende fysiologische gedragingen van <i>P. bispora alba</i> en <i>P. edulis</i>	115
A. In de literatuur	115
B. Groeiaffiniteiten en tropismen	116
C. Diverse factoren	126
6. COMPARATIEVE ZIEKTERESISTENTIE VAN <i>P. BISPORA</i> VAR. <i>ALBIDA</i> EN <i>P. EDULIS</i>	132
6.1. Overzicht der ziekten bij <i>P. bispora</i> en <i>Ps. edulis</i>	132
6.2. Vergelijkende infectieproeven met <i>Verticillium malthousei</i> Ware	134
6.3. Vergelijkende studie betreffende <i>Mycogone perniciosa</i> Magn.	145
6.4. Grafische voorstelling	150
6.5. Tolerantie van het mycelium van <i>P. bispora</i> en <i>P. edulis</i> t.o. fungiciden	150

7. EEN NIEUWE DOMESTICATIEKANS "PSALLIOTA EDULIS"	153
7.1. De gekweekte Psalliota's tot heden	153
7.2. Psalliota edulis Vitt. een viersporige Psalliota geschikt voor handelskultuur	155
a) Teeltmethode	155
b) Voor-en nadelen bij de teelt van P. edulis	160
7.3. Mycologisch en economisch belang van deze positieve resultaten	163
8. BESLUITEN	165
8.1. Conclusies per hoofdstuk	165
8.2. Slotbeschouwingen	166
a) Vervulde wensen van mycologen	166
b) Boeiende streefnormen	166 ^{bis}
LITERATUUR	167

1. INLEIDING

1.1. Verantwoording en doel

De reeds ruim drie eeuwen geteelde paardemestchampignons (Psalliota bispora Lange - Psalliota hortensis Cooke) zijn de laatste decennia o.a. door stamverzwakking en teeltaanjaging bijzonder gevoelig geworden aan schimmel-en virusziekten.

In reinkultuur was tot heden geen enkele andere witte smakelijke Psalliota beschikbaar om geleidelijk de bestaande witte compost-Psalliota te vervangen of door anastomosering ziekteresistenter te maken en toch even ekonomisch rendabel. Bovendien zien tal van jarentrouwe champignonverbruikers reeds lang uit naar een variatie op dit gebied, ondanks thans ook andere paddestoelgeslachten vers, ingeblikt of gedroogd worden aangeboden, al dan niet uit reinkultuur.

De soorten die hier zouden in aanmerking kunnen komen zijn o.a. Psalliota campestris Fries en Psalliota arvensis Schäffer, twee bekende eetbare gazonbewoners. Van een andere witte Psalliota-soort die eveneens vaak in het gras voorkomt lezen wij bij Dr. A. Smith in 1963: "Edible and choise. The flavor is excellent and the flesh is hard and keeps well. It has always seemed to me that it would make a better commercial species than the one now used if its fruiting could be controlled"; het betreft hier Psalliota edulis Vittadini die dus ook bijzonder in aanmerking komt.

Met het doel voor ogen, dat uit één der drie laatstgenoemde witte Psalliota's een fruktificerende reinkultuur kon bekomen worden waarvan de fysiologische en fytopathologische gedragingen met de thans geteelde klassieke Psalliota bispora Lange vergeleken zouden worden, werd een viertal jaar geleden een breedvoerige studie aangevat van dewelke de inhoud en werkmethode in volgende rubrieken zijn weergegeven. (zie 1.2. en 1.3.)

1.2. Omschrijving van de titel en inhoud van het onderzoek

De titel kon bijna even goed geweest zijn "Onderzoek naar de kultuurmogelijkheden van vijf obligaat of facultatief grasbewonende eetbare relatief ziekteresistente Psalliota-soorten der gematigde streken.

Dit onderzoek vergt echter eerst en vooral een grondige studie van deze soorten in hun natuurlijk groeimilieu, inbegrepen hun louter symbiotische of eventueel phytopathogene verhouding tegenover het gras.

Vervolgens dienen alle gedragingen in reinkultuur gekend te zijn om tenslotte slechts de ziekte-gevoeligheid van die soort na te gaan die in kunstmatig milieu wil fructificeren; waarna een eventueel ziekte-resistent bevonden soort tot een nieuwe domesticatiekans kan leiden. Ziedaar de mycologische, ecologische en phytopathologische aspecten geborgen in de titel van dit proefschrift, die hier bij voorkeur in zijn verkorte rationele vorm gebruikt werd.

1.3. Gevolgde lijn in dit werk en kort overzicht

Na inzage van de Psalliota-literatuur en na opname van de Psalliota-flora vooral in Vlaanderen doch tevens in Wallonië en in Noord-Frankrijk, werd een indeling gemaakt naar hun al dan niet grasminnend karakter.

Uit de reeks van de méést en soms grasbewonende soorten werden die vijf species gekozen die hier zopas vermeld werden nl. Psalliota campestris; P. arvensis; P. edulis; P. bispora en P. hortensis tussen dewelke een gedetailleerde vergelijkende studie in vivo werd verricht. Gelijktijdig werden zoveel mogelijk natuurstammen van elke soort in reinkultuur gebracht, meteen strevende naar alles wat in ons bereik lag om de vruchtzetting van een der soorten te bekomen.

Dit laatste bereikt zijnde bij P. edulis Vitt. geschiedt een fysiologische, phytopathologische en teelteconomische gedragsvergelijking met Psalliota bispora Lange, hetgeen positieve resultaten gaf voor Psalliota edulis Vitt.

In 't kort gezegd: dit proefschrift omvat een grondige comparatieve studie tussen twee obligate grasbewoners (Ps. campestris en Ps. arvensis) en drie fakultatieve grasbewoners (Ps. edulis, Ps. bispora en Ps. hortensis) hetgeen via een hele reeks van reinkultuurpogingen leidt tot een nieuwe domesticatiekans namelijk deze van Psalliota edulis Vittadini, een zeer ziekeresistente champignonsoort.

2. SYSTEMATIEK EN SOORTENRIJKDOM

2.1. Systematisch overzicht van het geslacht Psalliota

A. Hoofdindeling

De Psalliota's vormen hun geslachtelijke sporen aan de toppen van hyphe-eindcellen (basidiën) die samen het hymenium vormen en ontstaan op een speciaal generatief weefsel.

In de basidiën worden na karyogamie en reductiedeling de exogene haploïde basidiosporen gevormd;
de hyphen zijn normaal gesepteerd:

Klasse der B a s i d i o m y c e t e s

Terwijl meerdere Basidiomycetes gefragmenteerde basidiën bezitten (Phragmobasidiomycetidae), heeft het Psalliota-geslacht eencellig blijvende basidiën:

Onderklasse H o l o b a s i d i o m y c e t i d a e

Bij deze onderklasse kunnen de vruchtlichamen hout-of kurkachtig zijn met plaatjesloos hymenium (Aphylllophorales); zij kunnen ook o.m. bolvormig zijn (Lycoperdales) of zuilvormig (Phallales), enz.; doch bij Psalliota zijn de vruchtlichamen vlezig; het trama heeft meestal gezwollen cellen zoniet hyphen naar buiten versluimend, hymenophoor meest met plaatjes, zelden buisjesachtig:

Orde der A g a r i c a l e s

De orde der Agaricales telt ruim 14 families. Een dezer families heeft een regelmatig trama, celwand niet naar buiten verslijmend, plaatjes zonder anastomosen, dunne lamellen met korte basidiën, hyaline versierde zoniet gladde donkere sporen vaak met kiemporie of dubbele wand, vruchtlichamen met ring en schubbig of glad tot kleiachtig velum, haken der myceliumsepten vaak ontbrekend:
(von Arx 1967; Heinemann 1947)

Familie der A g a r i c a c e a e

Tot deze familie behoren een twintigtal bekende geslachten.

Vruchtlichamen met witachtige, gele of bruinachtige regelmatige hoed die glad is of vezelig geschubd; plaatjes vrij, en zonder collarium, eerst wit, of roze, later chocoladebruin; steel met duidelijke enkele of dubbele ring of manchet; sporenprent bruin tot purper zelden haakvorming aan de hyphensepten; gras, grond, bosrand, bos, bemeste plaatsen:

Geslacht *Psalliota* Fr. of

Agaricus L. ex Fr. of

Pratella (Pers.) Gray

(Singer 1962; Lange 1964; Gams 1953).

Talrijk zijn de species, subspecies, en rassen die bij dit geslacht behoren.

B. Indeling van het geslacht Psalliota

Het was de bedoeling om met deze vereenvoudigde sleutel de in dit proefwerk bestudeerde soorten even te citueren op hun plaats in de meest gebruikte systematiek en tevens toe te laten ze van hun zustersoorten te onderscheiden.

Hoewel de hiervoor geraadpleegde hedendaagse auteurs on⁵ zeer betrouwbaar lijken, werd toch ten titel van bevestiging zoveel mogelijk nazicht verricht bij vroegere auteurs waar de soorten voor 't eerst werden beschreven en afgebeeld.

Wij weten echter niet in hoever de systematiekers zélf in de literatuur over voldoende onderscheidingskenmerken beschikten om tot deze en volgende soortenrijkdom te komen. Dit alles integraal historisch na te gaan ware een zeer omslachtige monografie op zichzelf en past hier minder in het kader van dit proefschrift.

Vooraleer de eigenlijke soorten aan te stippen wordt door sommige auteurs het *Psalliota*-of *Agaricus*-geslacht, vaak ingedeeld in 2 hoofdgroepen en verder in groepen of sekties, (Essette 1964, Maublanc 1959, Singer 1962).

Van daaruit worden dan de soorten afgelijnd en eventueel de supspecies en rassen.

Heinemann (1956) spreekt van ondergeslachten, die meerdere soorten met gemeenschappelijke kenmerken samen nemen.

Hoofdgroepen a) Psalliota's die na doorsnijden roodachtig verkleuren
aan de lucht. R u b e s c e n t e s

b) Psalliota's die na doorsnijden geelachtig verkleuren
aan de lucht of soms onveranderd blijven.

F l a v e s c e n t e s

a. Rubescentes

a 1 Groep edulis: kousvormige ring aan steelbasis: lamelkamcystiden
dicht soms als borstelharen, sporen ovaal tot
rond, buiten de bossen in 't gras; soms in open bos.
Type: Psalliota edulis Vittadini

a 2 Groep silvatica: ring bovenaan steel, heteromöfe lamelkam en
brede cystiden; meestal bruine bospaddestoelen.
Type: Psalliota silvatica Schäffer.

a 3 Groep vaporaria: dikke dubbele ring bovenaan steel, dicht
bijeenzittende knotsvormige lamelkamcystiden,
bruin-of bruinrode geschubde hoed, in rijke
grond buiten bos.
Type: Psalliota vaporaria Vittadini.

a 4 Groep spissa: vliezige ring bovenaan de steel, knotsvormige
lamelkam-cystiden, witachtige hoed die soms
geelachtig kan verkleuren door aanraking, voet
dik puntig uitlopend, in weiden.
Type: Psalliota spissa Möller en Schäffer.

a 5 Groep radicata: ring bovenaan de steel, knotsvormige lamelkam-
cystiden, witachtige hoed met grijsbruine schub-
jes, in parkgras.
Type: Psalliota radicata Vittadini sensu Bresadola.

a 6 Groep campestris: korte vaak vergankelijke ring bovenaan de
steel, lamelkam bijne homomorf, zelden cystiden,
jonge lamellen mooi rose, witte grijze of bruine
hoed die soms toch door aanraken lichtgeel ver-
kleurt, zowel in als buiten bos, vaak in 't gras.
Type: Psalliota campestris Fries sensu Lange.

b. Flavescentes

1) Majores: soorten van 5 tot 25 cm met middelgrote sporen

2) Minores: soorten van 3 tot 5 cm met sporen van 4 à 6 μ

1) Majores:

b 1 Groep augusta: sporen tot 9 μ lang, cuticula duidelijk geel door aanraking; vlees anijs- of amandelgeurig, sporen 5-9 μ , hoed bruin geschubd, gekroonde ring, blaas-cylinder- of kettingvormige lamelakm-cystiden, zeer grote vruchtlichamen.

In park en open bosplaatsen.

Type: Psalliota augusta Fries.

b 2 Groep arvensis: sporen tot 9 μ lang, cuticula duidelijk geel door aanraking, vlees anijs- of amandelgeurig, sporen 5-9 μ , hoed wit of met witte schubben, ring met getande rand; middelgrote vruchtlichamen.

In weiden, tuin, gras, bos.

Type: Psalliota arvensis Schäffer sensu stricto.

b 3 Groep xanthoderma: sporen korter dan 9 μ , cuticula geel verkleurend door aanraking, vlees niet amandelgeurig, doch wel soms inkt- of phenolgeurig.

Sporen 4-6 x 3-4 μ , hoed grijsbruin meest geschubd; geschubde ring, lamelkam-cystiden peer-vormig of ovaal, middelgrote vruchtlichamen.

In park, tuin, en weide.

Type: Psalliota xanthoderma Genevier.

b 4 Groep macrospora: sporen tot 12 μ lang, flauwe vergeling door aanraking; witte hoed met witte schubben, omkroonde schubbig ring, dik vlees, eerst lichte amandelgeur, later onaangenaam riekend, grote soorten in bos of weide.

Type: Psalliota macrospora Möller et Schäffer.

2) Minores:

- b 5 Groep semota: hoed witgeel of lila, vaal geschubd of vezelig, enkelvoudige ring, vlees lichtzuur amandelgeurig, kleine boschampignon.
Type: Psalliota semota Fries.

C. Het onderscheiden der soorten

Hier volgen voor elk der hoger geciteerde groepen de voornaamste Psalliota-soorten met vermelding van hun hoofdkenmerken (Essette 1964, Gams 1955; Kühner et Romagnesi 1953). De soorten met een * aangeduid zijn deze die ons speciaal in dit werk interesseren. Hiervan volgt tevens verder een uitvoerige beschrijving (zie 3). Ten einde meteen een integraal beeld te kunnen geven van het belang van het Psalliota-geslacht wordt in 2.2. een detailstudie gemaakt van de soortenrijkdom met auteursvermelding en synoniemen, ingedeeld naar de herbifiele eigenschappen.

Groep edulis:

- met 2 sporen per basidium, in rijke grond in vrije natuur, ook in weiden en in cultuur.

Psalliota bispora*

- met 1 of 2 sporen per basidium, graskant, tuinen, koude serre en in cultuur.

Psalliota hortensis*

- met 4 sporen (1), op dennenaalden:

Psalliota subfloccosa

- met gladde hoed twee afzonderlijke ringen, vruchtlichaam 4 à 8 cm in stadspark en graskant:

Psalliota edulis* (zie foto 3)

- met gladde hoed twee afzonderlijke ringen, vruchtlichaam 10 à 15 cm, in gras en in stad:

Psalliota edulis-var. valida

- met geschubde hoed en één ontwikkelde ring, vruchtlichaam 10 à 15 cm in zee-weiden:

Psalliota bernardi

- dikschubbige hoed en één ring, vruchtlichaam 6 à 10 cm, op naakte grond en onder bomen:

P s a l l i o t a i n g r a t a

(1) Opmerking:

Vermits in onze streken slechts een deel van de Psalliota-flora te vinden is was het niet mogelijk om voor alle soorten het aantal sporen per basidium microscopisch na te gaan; ook in de literatuur wordt dit kenmerk slechts bij sommige soorten aangestipt.

Uit de meeste Psalliota-sleutels blijkt echter dat het slechts P. bispora en P. hortensis zijn die minder dan het normaal aantal sporen dragen; hetzij dus minder dan 4 sporen op elk basidium.

- Groep sylvatica:

- met witachtige aanvankelijk gladde hoed van 6-10 cm, met dikke getande ring en holle lange steel:

P s a l l i o t a b e n e s i

- witachtige hoed van 6-10 cm met bleke schubben, korte stevige geschubde steel, in dennenbos:

P s a l l i o t a s q u a m u l i f e r a

- witachtige hoed van 4-6 cm, met korte steel en dunne ring, in bos:

P s a l l i o t a d e p a u p e r a t a

- bruine zeer schubbige of vezelige hoed van 5-10 cm, centraal ingedeukt, steel met verdikte voet, in loofbos:

P s a l l i o t a l a n i p e s

- hoed met bruine schubben, en onderaan de steel eveneens bruine schubben, in naaldbos:

P s a l l i o t a m e d i o f u s c a

- roestbruine hoed, zeer dicht beschubd, grote steel, gekwetst vlees wordt helrood, meest in naaldbos:

P s a l l i o t a l a n g e i

- bruingeschubde hoed van 5-10 cm, voetbasis verdikt, bolle of ovale cystiden, in naaldbos:

Psalliota variegata

- omberbruine geschubde hoed 8-12 cm, steel \pm 10 cm lang en \pm 2 cm dik, karmijnrode vleeskleur bij kwetsing, in bos en weide:

Psalliota haemorrhoidaria

- okerbruine schubben op witte hoed, onderzijde van ring meest wit, in loofbos:

Psalliota silvatica

- hoed nootbruin en vezelig geschubd, in naaldbos:

Psalliota silvatica type

- kleine dunne hoed, in naaldbos:

Psalliota impudica

- perfect gelijkend op *Psalliota silvatica* doch duidelijk grotere sporen, vlees zeer rood na kwetsing, onder sparren:

Psalliota haemorrhoidaria
var. *silvaticoides*.

Groep vaporaria:

- vuilbruine hoed van 10-15 cm, fel ontwikkelde steel, bijna ronde sporen 4-8 μ , lamelrandcellen

Psalliota vaporaria

- bleekbruine hoed van 8-12 cm, soms met roodachtige vlekken; weinig ontwikkelde korte steel, lamelrandcellen 9 à 12 μ :

Psalliota subperonata

Groep spissa:

- slechts één soort tot nu beschreven; vooral in kustweiden

Psalliota spissa

Groep spissa:

- slechts één soort tot nu toe; te vinden langs wandelpaden en onder bomen.

Psalliota radicata

Groep campestris:

- licht zuur ruikende vruchtlichamen met witachtige convexe hoed, epidermis geel en paars verkleurend door kwetsing:

P s a l l i o t a a e s t i v a l i s

- eerst bolronde crème-witte, grofschubbig hoed die later centraal afgeplat is, in naaldbos:

P s a l l i o t a a e s t i v a l i s

var. *veneris*.

- licht zuur ruikende vruchtlichamen met witachtige convexe hoed, doch diep geel wordende epidermis door kwetsing:

P s a l l i o t a a e s t i v a l i s

var. *flavotacta*.

- hoed bruinigrijs tot lilakleurig, grijze sporen van $6 \times 4,5 \mu$:

P s a l l i o t a l e v i d o n i t i d a

- hoed bruinrood tot porphyrkleurig, onderaan verdikkende voet, sporen $5-7 \times 3,2-4,5 \mu$:

P s a l l i o t a p o r p h y r e a

- witte hoed met soms lichtgele tint 5-8 cm, soms licht schubbig, brede plaatjes, sporen $7-8 \times 4-5 \mu$:

*P s a l l i o t a c a m p e s t r i s **

- witachtige hoed, weinig geschubd, sikkelvormige plaatjes die zeer breed zijn nabij de steel doch scherp nabij hoedrand:

P s a l l i o t a p r a t e n s i s

- kleine hoed met witachtige subcuticula en gele schubben of vezels steel 1 tot 1,5 cm diam:

P s a l l i o t a c a m p e s t r i s

var. *squamulosa*.

- zeer kleine hoed met kleiachtige subcuticula en gele schubben of vezels, steel zeer klein:

P s a l l i o t a c a m p e s t r i s

var. *isabellina*.

- hoed 3-5 cm, die strogeel wordt door aanraking, vlees zeer intens rood wordend:

Psalliota campestris
var. *equestris* - Möller et Schäffer.

- hoed 3-6 cm, wit, lichtgeel door aanraking, dik vlees ruikend naar amandel; in oude weiden:

Psalliota campestris
var. *floccipes* - Möller et Schäffer.

- hoed 4-8 cm met bruine schubben:

Psalliota campestris
var. *fuscophilosella* - Möller et Schäffer.

- wijn-tot vleeskleurige centraal ingedeukte hoed van 5-7 cm, aanvankelijk radiaal geschubd, later alleen schubben aan hoedrand:

Psalliota cuprobrunnea

Groep augusta:

- hoed met diep-bruine schubben op bleke epidermis:

Psalliota augusta

- hoed met oranje-gele vezels op gele epidermis:

Psalliota perrara

Groep arvensis:

- slanke steel van 6-8 cm met bruusk uitgezwollen basis, sporen 5-6 μ lang, vrl. met geel of witte hoed van 5-8 cm; onder loof-en naaldhout:

Psalliota silvicola

- verheven dikke steel met bruusk uitgezwollen basis, sporen 5-6 μ lang, grote gevleesde vrl., duidelijk getand ringwielkje, witte hoed 8-12 cm, in dennebos:

Psalliota tenuivolvata

- verheven steel en bruusk uitgezwollen steelbasis met kantlijn, sporen $6-8 \times 4-5 \mu$ onder Picea, witte hoed van 8-12 cm:

P s a l l i o t a a b r u p t i b u l b a

- verheven steel en bruusk uitgezwollen steelbasis met kantlijn, sporen $6-8 \times 4-5 \mu$, onder Picea, witte hoed van 10-15 cm:

P s a l l i o t a m a c r o c a r p a

- steel met geleidelijke uitzwelling naar onder, afgeronde sporen $5-6 \times 4,5 \mu$, hoed 10-15 cm, korte steel, in heksenringen, weide park of open bos:

P s a l l i o t a n i v e s c e n s

- steel met geleidelijk uitzwelling naar onder, langwerpige sporen van $7-8 \times 4,5-5 \mu$, eerst witte later okergele gladde hoed van 8-12 cm, korte steel, lichte anijsgeur:

P s a l l i o t a c r e t a c e a

- steel met geleidelijke uitzwelling naar onder, langwerpige sporen van $7-8 \times 4,5-5 \mu$; witte gladde hoed van 8-15 cm, verheven steel, dikke getande ring met getand wielkje, weide, parken, onder bomen, soms in open bos:

*P s a l l i o t a a r v e n s i s **

- steel met geleidelijk uitzwelling naar onder, langwerpige sporen van $7-8 \times 4,5-5 \mu$, witte hoed van 10-15 cm is vaak radiaal gelijnd met gele tinten, geschubde steel tot onder fijngetande ring, in weide nabij de zee:

P s a l l i o t a f i s s u r a t a

- steel met geleidelijke uitzwelling naar onder, langwerpige sporen van $7-8 \times 4,5-5 \mu$, witte tot strogele hoed met witte gepunte schubben en haartjes, in troepen in open pijnbos:

P s a l l i o t a l e u c o t r i c h a Möller

Groep Xanthoderma:

- gebochelde hoed wit tot grijsgeel:

P s a l l i o t a x a n t h o d e r m a

- grijze hoed met haarfijne grijze vezels:

P s a l l i o t a g r i s e a

- bruine vezelig geschubde hoed, taai vlees:

P s a l l i o t a p h a e o l e p i d o t a



Foto 1: *Psalliota arvensis* Schäffer; steel-en ring-bedekkend gras werd verwijderd; opname te Merelbeke 1970

- hoed vuil ivoorkleurig met vezelige bruine schubben, zoals bij Lepiota, vlees diepgeel wordend vooral in steelbasis:

P s a l l i o t a p e r d i c i n a

- bruinzwarte hoed witgrijs met kleine schubjes, brede plaatjes, vlees rap bruingeel tot purper verkleurend:

P s a l l i o t a m e l e a g r i s

- dicht vezelig geschubd grijs-zwarte hoed zoals bij Tricholoma, vlees soms roosachtig verkleurend of niet verkleurend, dunne plaatjes:

P s a l l i o t a m e l e a g r i s
var. *terricolor*.

Groep macrospora:

- hoed aanvankelijk met dichte okergele vezelige schubben op bleke fond, korte steel, reuk van amandelen, in heksenringen in weiden:

P s a l l i o t a s t r a m i n e a

- hoed aanvankelijk zuiver wit, geheel wit geschubd, met grote dikke steel onder *Picea*

P s a l l i o t a e x c e l l e n s

- hoed, wit tot leemkleurig, geheel geschubd, korte steel, heksenringen in weiden:

P s a l l i o t a m a c r o s p o r a

Groep semota:

- plaatjes vlees-rose, wit-gele hoed 2-3 cm, in weide en grasperken:

P s a l l i o t a c o m t u l a

- grijze plaatjes soms iets roodachtig, roodachtige hoed 5-8 cm, steel tot 1,5 cm dik met knolvoet, radiaal gevezeld, licht-geschubd, onder beuken:

P s a l l i o t a b r u n n e o l a

- lila-rode hoed met bruinpurpere radiale vezels en gelijkkleurige schubben, steel zoals vorige, in loofhoutbos:

P s a l l i o t a p u r p u r a s c e n s

- geelachtige hoed 2-5 cm met purpere of bruine vlekken, schubben op hoedschijf, voet dikker dan 1,5 cm:

P s a l l i o t a l u t o s a

- witte hoed max. 3 cm, met weinig radiale purperbruine vezels, verheven steel knotsvormige basis, plaatjes zeer dun van 2-5 mm:

P s a l l i o t a d u l c i d u l a

- purpergetinte tot wijnkleurige hoed van 2-4 cm met radiale purpere vezels en schubjes, brede plaatjes, verheven steel met knots aan basis, onder den:

P s a l l i o t a p u r p u r e l l a

- aanvankelijk witte hoed met later erop radiale purpere schubben die uiteindelijk geelachtig of grijs worden, bruuske knots aan basis van steel, meest onder den:

P s a l l i o t a s e m o t a

2.2. Soortenrijkdom met synoniemen ingedeeld naar herbifiele eigenschappen

Het zou verkeerd zijn te menen dat in hoger gedetailleerde groepen alle tot heden beschreven Psalliota-soorten vernoemd werden. In de literatuur vindt men er inderdaad heel wat meer. Spijtig genoeg is de namenrijkdom ruim het dubbel van de soortenrijkdom, hetgeen wij merken aan de veelvuldige synoniemen.

Ten einde deze verwarringstichtende namenrijkdom enigszins te beperken werden hier terzijde gelaten:

- alle synoniemen waar Psalliota gewoonweg wordt vervangen door Agaricus zonder dat noch soortnaam noch auteursnaam wijzigt.
- al die paddestoelsoorten die bij oudere auteurs (tot omstreeks 1900) eveneens tot de genus Agaricus werden gerekend hoewel zij in feite netjes in afzonderlijke geslachten kunnen gegroepeerd worden hetgeen de hedendaagse mycologen gelukkig reeds hebben in orde gebracht.

Wij denken hier aan sommige Amanita's, Pleurotus, Pluteus, Armillaria's en zovele andere, die vroeger als Agaricus werden betiteld. De hier volgende indeling is gebaseerd op het gras-of gazonminnend karakter van de Psalliota's der gematigde klimaatzones.

Men mag echter rekenen dat bijna evenveel Psalliota-soorten voorkomen in tropisch en subtropisch klimaat, bv. Agaricus niger Heinemann et Goossens, Agaricus pulverotectus Heinemann, Agaricus kivuensis Heinemann et Goossens (Heinemann 1956). Bovendien vindt men er sommige van onze soorten, bv. Ag. bisporus (Lange) Pilat en tal van verwante species zoals bv. Ag. subdulis Heinemann. Voor de rest zijn er zeker nog heel wat soorten die nog nooit beschreven werden.

In dit proefwerk houden wij ons bij deze der gematigde klimaatzones. De rangschikking is telkens alfabetisch. Bepaalde benamingen die door een auteur verkeerdelijk als synoniem werden beschreven of vermeld, worden bij de synoniemen geciteerd met het voorzetsel "non".

Dit kan van belang zijn om thans nog interessante literatuurgegevens terug te vinden hoewel deze onder een verkeerde benaming ressorteren.

a) Meest grasbewonende soorten

Hetzij: in weiden, rivierdijken, graskanten, zeewelden, grasperken, onder bomen of nabij hagen, open bosplekken met gras begroeid, straatgras, bosrandgras, braaklandgras, stoppelgras, berghellingen.

Sommige van de hier vermelde soorten komen frekwent voor op meerdere van de hier vermelde groeioorden, doch de meesten zijn eerder nauw aangepast aan één bepaald graszodemilieu. Zo zal men de echte weidechampignon Psalliota campestris Fries bijna uitsluitend vinden in een regelmatig begraasde of gemaaide zode.

1. *Psalliota arvensis* Schäffer (non Fries)

syn: *Agaricus arvensis* Schäffer sensu stricto

Psalliota arvensis Quélet 1872

Pratella arvensis Gillet 1878

Psalliota exquisita Möller et Schäffer 1938

Agaricus exquisitus Vittadini 1836

non: *Psalliota cretacea* sensu Fries-Quélet-Cooke

Psalliota arvensis sensu Ricken

Psalliota edulis Schäffer et Möller

Agaricus edulis Krombholz 1836

Pratella edulis S.F. Gray

Agaricus pratensis Scop.

(Essette 1964; Singer 1962; Kickx 1867; Konrad et Maublanc 1937; Bommer et Rousseau 1879).

2. *Psalliota arvensis* subsp. *macrospora* nn. Schäffer und Möller 1949 (Schäffer und Möller 1949)

3. *Agaricus algeriensis* Masee (Masee 1902)

4. *Psalliota bernardii* Quélet 1878 non Ricken

syn: *Agaricus bernardii* (Quélet) Saccardo 1887

Agaricus edulis var. *bernardii* Schäffer

(Essette 1964, Quélet 1886, Singer 1962, Hennig 1967).

5. *Psalliota campestris* Fries sensu Lange

syn: *Psalliota campestris* Linné 1753, Fries 1821 sensu Möller

Psalliota campestris sensu stricto Lange

Psalliota flocculosa Rea

Agaricus campester Fr.

Pratella campestris Pers. ex Gray 1821

Pratella campestris Gillet 1878

Psalliota campestris Quélet 1872

Agaricus edulis Bull. 1780 (oude verkeerde syn.)

Fungus campestris Adam ex Kuntze 1898

Agaricus campestris (Int. Code of Botan. Nomencl.)

Agaricus campestris Konr. et Maublanc 1924

Agaricus rufexentes Schëffer et Möller 1938

Psalliota campestris Kummer 1871

non: *Agaricus campestris* L. var. *Alba* Berk.

(Essette 1964; Essette 1962; Singer 1962; Singer 1961;

Kickx 1867; Moyon 1900; Konrad et Maublanc 1937; Hennig
1967; Moser 1955; Jules Bel 1889)



Foto 2: *Psalliota campestris* Fr. zoals deze in de weiden voorkomt, het middenste vruchtlichaam werd voorzichtig uit de zode opgelicht (nabij Vendome 1968).

6. *Psalliota campestris* (Linn.) Fr. var. *squamulosa* Rea
(Rea Carleton 1932-33)

7. *Psalliota campestris* L. var. *praticola* (Moyen 1900)
8. *Psalliota campestris* var. *typica* (Hennig 1967)
9. *Psalliota campestris* var. *equestris* (Hennig 1967)
10. *Psalliota campestris* var. *loccipes* Möller et Schäffer (Hennig 1967)
11. *Psalliota campestris* var. *fuscopilosella* Möller et Schäffer
(Hennig 1967)
12. *Psalliota campestris* var. *isabellina* (Hennig 1967)
13. *Psalliota campestris* var. *umbrina* (Moyen 1900)
14. *Psalliota campestris* forma *bispora* (Lange 1926)
15. *Psalliota campestris* forma of subsp. *alba* Berkeley 1860
syn: *Pratella pratensis* sensu Gillet 1878 (Konrad et Maublanc 1937)
16. *Psalliota comtula* Fries 1837
syn: *Psalliota comtula* Quélet 1872
Pratella comtula Gillet 1878 (Essette 1964; Konr. et Maubl. 1937)
17. *Agaricus crocodilus* (Smith 1964)
syn: *Agaricus crocodilinus* (Murr.) (Hlavacek Jiri 1967)
18. *Psalliota cuprobrunnea* Sch. 1941 et Steer et Möller (Hennig 1967)
19. *Psalliota fissurata* Möller (Essette 1964)
20. *Psalliota grisea* Pearson (Essette 1964)
21. *Psalliota lutosa* Möller (Essette 1964)
22. *Agaricus lepiotoides* Maire
syn: *Ag. obscuratus* Maire
Ag. meleagris Sch.
Ps. lepiotoides Roman Schulz 1923
Ag. stramineus (Möller et Schäffer 1938) Singer
(Konr. et Maubl. 1948; Hennig 1967)
23. *Agaricus maskae* Pilat (Imreh und Bohus 1969)
24. *Psalliota macrospora* Möller et Schäffer 1938
syn: *Agaricus macrosporus* (Möll. et Schöff.) Pilat
Psalliota villatica Brondeau sensu Bres, Ricken, Lange, Pearson
of Saccardo, non Richon et Rose, non: Konrad et Maublanc,
non: sensu Baar.
Psalliota augusta sensu Konr. et Maubl.
Psalliota arvensis var. *macrospora* m. et Sch.
Psalliota Bernardi Quélet sensu Rea
Psalliota arvensis sensu Konrad
Psalliota Bresadolae sensu Baar non Schulzer

- Psalliota urinascens* Möll. et Sch.
Psalliota collina Velenovsky
 (Essette 1964; Singer 1962, Hennig 1967)
25. *Psalliota nivescens* Möller 1951 (Essette 1964)
 26. *Psalliota porphyrea* Möller (Essette 1964)
 27. *Psalliota pratensis* Fries et Schöff. sensu Rea
 syn: *Ag. campestris* B-Kx.
Ag. spodophyllus Fr.
 (Essette 1964; Kickx 1867)
28. *Agaricus rusiophyllus* Lange
 syn: *Ag. comtulus* Lange
Ag. rusiophyllus Lasch 1928
 (Lange 1964; Hennig 1958).
29. *Psalliota squamulifera* Möller 1950
 syn: *Ag. caroli* Pilat
Ps. exserta sensu Rea
Ag. squamuliferus Möll. var. *caroli* Pilat
 syn? *Ag. squamosus* Fries
 (Essette 1964, Hennig 1967, Kickx 1867)
30. *Agaricus spissicaulis* Möller 1952
 syn: *Agaricus spissus* Möller
 (Horak 1959, Gams 1953, Essette 1964, Hennig 1967)
31. *Psalliota straminea* Möll. et Schöff. 1938
 syn: *Psalliota arvensis* var. *macrospora* Möll. et Schöff.
Psalliota macrospora var. *straminea* Möll. et Schöff.
Agaricus stramineus (Möll. et Sch.) Singer
 (Essette 1964, Hennig 1967)
32. *Agaricus sagatus* Massee (Massee 1911)
33. *Psalliota xanthoderma* Genevier 1876
 syn: *Pratella campester* var. *silvicola* Gillet, Vittadini
Agaricus cretaceus sensu Quélet non sensu Fries
Agaricus iodioformicus Speggarini
Psalliota xanthoderma Richon et Roze 1886
Agaricus arvensis var. *xanthoderma* Massee
Pratella flavexens Quélet 1886 non Gillet
Pratella cretacea Quélet 1886
 non *Agaricus edulis* bulliard 1790 pro parte
 (Essette 1964, Singer 1962, Massee 1911, Konrad et
 Maublanc 1937, Kühner et Romagnesi 1953)

34. *Agaricus xanthodermus* var. *lepiotoides* Maire 1928 (Singer 1962)
 35. *Agaricus xanthodermus* var. *obscuratus* Maire 1910
 (Konrad et Maublanc 1937)

b) Zowel in gras als op grasloze mest-of humusrijke bodem

Hetzij op dezelfde plaatsen als de echte grasbewoners (zie a), ofwel veldwegen, wandelpaden, slootkanten, tuinkompost, oude mesthopen, siertuinen, moestuin, akker, duinzand, onder struiken, zwarte boomgaarden, schuilplaatsen voor weidedieren, onbegroeide plaatsen in bos, tussen allerlei onkruid, op uitgeregende oude uitwerpselen van weidedieren, stadslanen, soms op blad-of naaldstrooisel in 't bos, ook in de omgeving van hoefvestallen.

36. *Psalliota ammophila* Ménier 1879
 syn: *Agaricus xanthodermus* var. *ammophilus* (Ménier) Maire
 (Singer 1962, Béquet 1957, Konrad et Maublanc 1937).
37. *Psalliota arenicola* Wakefield en Pearson (Essette 1964)
38. *Psalliota benesi* Pilat (Singer 1962, Essette 1964)
39. *Psalliota bispora* Lange 1926
 syn: *Psalliota hortensis* (Cooke) Smith var. *bispora* Lange
Psalliota hortensis Lange en Cooke
Agaricus bisporus Möller
Psalliota bispora Schäffer en Möller
Psalliota campestris forma *bispora* Lange 1926
Agaricus bisporus (Lange) Singer
Fungus sativus equinus De Tournefort 1707
 (Essette 1964; Singer 1961 en 1962; Hennig 1958;
 Vedder 1954; Poppe 1967)
40. *Agaricus bisporus* var. *albosquamosus* Smith (Singer 1961)
 (crème in kultuur)
41. *Agaricus bisporus* var. *avellaneus* (Lange) Singer (Singer 1961)
 (bruin in kultuur)
42. *Agaricus bisporus* var. *albidus* (Lange) Singer
 (wit in kultuur)
 (Singer 1961; Lange 1926 in *Flora Agaricina Danica*; Lange 1964)
43. *Psalliota brunnescens* Peck (Stewart 1929)
44. *Psalliota campestris* var. *equestris* Möller et Schäffer
 (Essette 1964)

45. *Agaricus comtulus* var. *rusiophyllus* Lasch 1828
 syn: *Agaricus rusiophyllus* Lasch 1828
 (Konrad et Maublanc 1937)
46. *Psalliota cretacea* Fries (Essette 1964)
47. *Psalliota cupreo-brunnea* (Schäffer & Steer) Möller
 syn: *Psalliota campestris* var. *cupreo-brunnea* Schäffer-Steer
 (Möller 1958 in *Fungi of the Faeröes*)
48. *Psalliota echinata* Roth 1797-1805 (Moyen 1921)
49. *Psalliota edulis* Vittadini 1835
 syn: *Agaricus campestris* var. *edulis* Vittadini 1835
Psalliota campestris var. *alba* Bresadola
Agaricus bitorquis Quélet 1883, Saccardo 1887, Lange 1964
Agaricus Rodmanii Peck 1884, Christensen 1946
Psalliota edulis (Vittadini) Schäffer et Möller, Buchwald
Agaricus peronatus Richon et Rose
Psalliota bivela Velenovsky 1927
 non: *Chitonia edulis* (Vitt.) Herrfurth
Agaricus Bernardii Quélet
Clarkeinda pequinii Boudier (Bres)
Chitonia pequinii Boudier
Agaricus pequinii Boudier (Singer)
 (Essette 1964; Konrad et Maublanc 1937; Hennig 1967;
 Singer 1961; Singer 1962; Christensen 1946; Lange 1964;
 Moser 1950; Atkinson 1915; Kühner et Romagnesi 1953;
 Schäffer und Möller 1949)
50. *Psalliota edulis* var. *valida* (Essette 1964)
51. *Agaricus halophilus* Peck
 syn: *Agaricus maritimus* (Hard 1961)
52. *Psalliota haematosperma* Bull (Moyen + 1921)
53. *Psalliota haemorrhoidaria* var. *niveorubens* (Heinemann 1957)
54. *Psalliota hortensis* Cooke sensu Pilat
 syn: *Psalliota hortensis* Persoon ex Fries
Psalliota hortensis (Cooke) Smith
Agaricus hortensis (Konrad et Maublanc) non Fries
Psalliota hortensis Lange 1926
Ag. campestris var. *hortensis* Massee 1911
Ag. campestris subsp. *hortensis* Cooke
 (Essette 1964; Singer 1961; Singer 1962; Hennig 1962;
 Konrad et Maublanc 1937; Massee 1911)

55. *Agaricus hortensis* var. *alba* (Heinemann 1954)
 (wit in kultuur eerder schubbig en groter dan *bisporus*)
56. *Agaricus hortensis* var. *avellanea*
 (bruin in kultuur eerder schubbig en groter dan *bisporus*)



Foto 3: *Psalliota edulis* vitt. gevonden in een weide te Drongen in 1964.

57. *Psalliota radicata* Vitt. sensu Bres. (Essette 1964)
58. *Psalliota semota* Fries 1863
 syn: *Psalliota semota* Quélet 1888
Ps. sagata Fries sensu Cooke
Ps. semota Fr. sensu Ricken, Mannfeld en Lundell
Ps. rubella Gillet forme *pallens* Lange
Ps. pallens Lange sensu Rea
 (Essette 1964; Konrad et Maublanc 1937)
59. *Psalliota subperonata* Lange
 syn: *Psalliota hortensis* var. *subperonata* Lange
Agaricus subperonatus (Lange) Singer
Psalliota campestris forma *subperonata*
 non: *Agaricus bivelatus* Peck
 (Essette 1964; Singer 1962; Lange 1926; Maublanc et Viennot 1959)

60. *Psalliota vaporaria* Vittadini 1835syn: *Ps. vaporaria* Vittadini sensu Möller en Schäffer*Agaricus campestris* var. *vaporarius* Vitt.*Psalliota variegata* Paulet sensu Ricken*Ag. vaporarius* Konrad et Maublanc 1937*Ps. hortensis* var. *rufescens* Berkely 1860*Ps. hortensis* var. *umbrinus* Vitt. 1835*Ag. vaporarius* (Pers-ex Vitt.) Moser 1953*Ag. pratensis* var. *vaporarius* Vitt.non: *Agaricus bivelatus* Peck 1909

(Essette 1964; Konrad et Maublanc 1937; Hennig 1967)

61. *Agaricus villaticus* Brondeau 1830syn: *Agaricus augustus* Cooke non Fries*Psalliota augusta* Ricken 1912 non Quélet*Agaricus lepiotoides* Schulzer*Psalliota villatica* Quélet 1888 non Bres. nec Lange*Agaricus arvensis* var. *villaticus* Massee 1947non: *Agaricus macrosporus* Möller et Schäffer

(Konrad et Maublanc 1937; Maublanc et Viennot 1959;

Massee 1911)

C. Normaal niet in gras voorkomendC1. Meest in loofhoutbos62. *Psalliota brunneola* Langesyn: *Psalliota fulveola* Lasch (Essette 1964; Skirgiello 1946)63. *Agaricus decoratus* Möller 1950

(Hennig 1967)

64. *Agaricus depauperata* Möller

(Essette 1964)

65. *Agaricus elvensis* Massee 1911syn: *Agaricus elvensis* Berkeley et Broome 1965

(Massee 1911; Konrad et Maublanc 1948)

66. *Agaricus fusco-fibrillosus* Möller 1950

(Hennig 1967)

67. *Agaricus impudicus* Rea nach Möller 1952

(Essette 1964; Hennig 1967)

68. *Psalliota lanipes* (Möller en Schäffer 1938)

(Essette 1964; Singer 1962)

69. *Psalliota meleagris* Schäffer

(Essette 1964)

70. *Psalliota meleagris* var. *terricolor* Möller
syn: *Psalliota terricolor* Möller (Essette 1964)
71. *Psalliota phaeolepidota* Möller 1949 "
72. *Psalliota perdicina* Pilat (Essette 1964)
73. *Agaricus pattersonae* (Smith 1964)
74. *Psalliota xanthoderma* Gen. var. *grisea* Pearson (Romagnesi 1956)

C2. Meest in naalldhoutbos

75. *Psalliota abruptibulba* Peck 1905 en Kauffman
syn: *Agaricus silvicola* sensu Peck 1893
Agaricus arvensis var. *abruptus* Peck 1895-1900
Psalliota arvensis sensu Ricken 1920
Psalliota arvensis var. *silvicola* sensu Lange 1926
(Essette 1964; Singer 1962)
76. *Agaricus aestivalis* Möller 1950
(Gams 1953; Hennig 1967)
77. *Agaricus altipes* Möller 1950 (Gams 1953)
78. *Psalliota augusta* Fries sensu Möller
syn: *Agaricus Bresadolae* Schulzer Saccardo
Psalliota praeniteus Beck
Agaricus peronatus Massee 1911 non Richon et Roze 1886
Psalliota subrufescens Peck sensu Lange 1939
Psalliota villatica Bresadola 1884 non Brondeau 1830
Psalliota augusta Fries 1836 en Quélet 1872
(Essette 1964; Konrad et Maublanc 1924-37; Hennig 1967; Massee 1911)
79. *Agaricus Deylii* Pilat (Gams 1953)
80. *Psalliota flavescens* Gillet (Moyen 1921)
81. *Psalliota haemorrhoidaria* var. *silvaticoides* (Essette 1964)
82. *Psalliota leucotricha* Möller (Essette 1964)
83. *Psalliota mediofusca* Möller 1950 (Essette 1964)
84. *Psalliota macrocarpa* Möller en Schäffer
syn: *Psalliota arvensis* sensu Ricken 1912 (Essette 1964)
85. *Agaricus neocomensis* Konrad 1931 (Konrad et Maublanc 1948)
86. *Psalliota perrara* Schulzer
syn: *Psalliota perrara* Schulzer 1967; Ricken 1912; Lange 1926
Psalliota augusta Fries var. *perrara* Schulzer sensu Rea
(Essette 1964; Hennig 1967)

87. *Psalliota subfloccosa* Lange 1939
 syn: *Psalliota hortensis* var. *subfloccosa* Lange
Psalliota campestris Linne var. *umbrina* Fries (Essette 1964)
88. *Agaricus subrutilescens* (Smith 1964)
89. *Psalliota tenuivolvata* Möller (Essette 1964)
90. *Psalliota variegata* Möller 1950 (Métrod 1960; Essette 1964)

03. Meest in gemengd bos

91. *Psalliota aestivalis* Möller en Schäffer (Essette 1964)
92. *Psalliota aestivalis* var. *flavotacta* Möller 1950 (Essette 1964)
93. *Psalliota aestivalis* var. *veneris* Heim en Becker (Essette 1964)
94. *Agaricus diminutiva* Christensen (Christensen 1946)
95. *Psalliota dulcidula* Schulzer
 syn: *Psalliota dulcidula* sensu Lange, non sensu Severin Petersen
 (Essette 1964)
96. *Psalliota echinata* (Roth Fr.)
 syn: *Lepiota echinata* (Roth) Quélet
Inocybe echinata (Roth) Sacc.
 (Richard Buch 1952)
97. *Psalliota excellens* Möller en Schäffer
 syn: *Agaricus augustus* sensu Ricken 1912, Beck 1921, Walty 1944,
 Singer.
 (Essette 1964; Hennig 1967)
98. *Psalliota haemorrhoidaria* Kalchbrenner sensu Möller
 syn: *Psalliota Langei* Möller 1950
Agaricus haemorrhoidarius Schulzer apud Kalchbrenner 1874
 ex Fries sensu Lange en Schäffer
Agaricus silvaticus subsp. *haemorrhoidarius* Schulz en
 Kalchbrenner
Agaricus sanguinarius Karsten 1833
 (Essette 1964; Singer; 1962; Hennig 1958 Konrad et
 Maublanc 1937)
99. *Psalliota ingrata* Möller 1950
 syn: *Agaricus maleolens* Möller 1952
 (Essette 1964; Hennig 1967)

100. *Psalliota lividonitida* Möller en Schäffer (Essette 1964)
101. *Agaricus* *Mc Murhyi* sp. nov. (Murrill 1912)
102. *Agaricus minimus* Ricken (Gams 1953)
103. *Agaricus placomyces* Christensen sensu Peck
(Christensen 1964; Hard 1961)
104. *Psalliota purpurascens* Cooke
syn: *Agaricus campester* var. *pupurascens* Cooke
Agaricus purpurascens (Cooke) Möller 1952
Agaricus arvensis (Schäffer) Fr. var. *purpurascens* Cooke
Agaricus silvicola var. *pupurascens* Cooke
(Essette 1964; Hennig 1967 ; Konrad et Maublanc 1937)
105. *Psalliota purpurella* Möller
syn: *Agaricus comtulus* var. *amethystinus* Quélet
Psalliota amethystina Quélet sensu Lange
Psalliota silvatica var. *amethystina* Quélet 1884
Psalliota rubella Gillet
Agaricus comtulus var. *rubellus* Gillet
Pratella rubella Gillet 1878
Agaricus rubellus Saccardo 1887
(Essette 1964; Konrad et Maublanc 1937; Moyon 1921)
106. *Psalliota setigera* Fries (Moyon 1921)
107. *Psalliota silvatica* Schäffer Fries
syn: *Agaricus silvaticus* Schäffer 1774 ex Secretan 1833 sensu
Krombholz
Agaricus campestris var. *silvaticus* Secr.
Psalliota silvatica Quélet 1872
Pratella silvatica Gillet 1878
Agaricus silvaticus Lange 1964
non: *Psalliota sanguinaria* Karsten
(Essette 1964; Singer 1962; Kickx 1867; Konrad et
Maublanc 1937)
108. *Psalliota silvatica* var. *latisquamosa* Rom. Schulz. (Schäff.1949)
109. *Psalliota silvicola* Vittadini Fries
syn: *Agaricus campestris* var. *silvicola* Gillet 1878
Agaricus campestris var. *silvicola* Vittadini Fries
Pratella flavescens Gillet 1874, Richon et Rose
Agaricus silvicola sensu Peck-Ricken-Rydberg

Psalliota arvensis var. *acicola* Quélet 1886

Agaricus campestris var. flavescens Kickx 1867

Agaricus silvicola Saccardo 1887

non: Agaricus edulis Persoon sensu Kickx (oude verkeerde
synoniem)

(Essette 1964; Singer 1962; Konrad et Maublanc 1937)

(Maublanc et Viennot 1959; Kickx 1867)

110. *Agaricus silvicola* var. *vaillantii* Richon et Roze 1886

(Konrad et Maublanc 1937)

111. *Agaricus subgibbosus* Massee (Massee 1911)112. *Psalliota terricolor* Möller

syn: *Psalliota meleagris* var. *terricolor* Möller

Psalliota obscurata Fries Maire

Psalliota silvatica sensu Bresadola non nigricans Beck

(Essette 1964; Heim 1957)

d) Diverse Psalliota's die volgens de beschikbare literatuur geen synoniem zijn van een hogervermelde soort of ras, of waarvan de
groeiplaats ons niet precies bekend is :

113. *Agaricus arenophylus* (Huysman 1960)

114. *Agaricus blazei* (Litchfield 1964; Block 1953)

115. *Agaricus campestris* var. *costatus* (Massee 1911)

116. *Agaricus campestris* var. *exannulatus* (Massee 1911)

117. *Agaricus cellaris* (Singer 1961)

118. *Agaricus cylindriceps* (Singer 1962)

119. *Psalliota impudica* Rea (Hennig 1967; Parker Rhodes 1952)

120. *Psalliota luteomaculata* (Essette 1964)

121. *Agaricus niveolutescens* Huysman sp. nov. (Huysman 1960)

122. *Psalliota niveorubens* Quélet (Quélet 1886)

123. *Agaricus pocillator* Murr. (Singer 1962)

124. *Agaricus projectellus* Murr. (Singer 1962)

125. *Agaricus solidipes* Peck (Singer 1962)

126. *Agaricus subrufescens* Lambert (Singer 1961)

127. *Agaricus urinascens* (Schäffer ex Möller) Singer

(Singer 1962)

128. *Psalliota xantholepis* Möller (Huysman 1960; Essette 1964)

De hoger geciteerde voorstelling van het mild verspreide rijk van de Psalliota's van de gematigde klimaatzone heeft wellicht een minder klassiek karakter doch zij leert ons niet alleen dat ruim 50 % der Psalliota's grasbewoners zijn doch tevens dat men voor + 128 verschillende Psalliota's over meer dan 380 verschillende namen beschikt.

Men begrijpt dat hierdoor de preciese naamgeving bij een determinatie wat wordt bemoeilijkt. Het is nu zo dat wij het meest synoniemen vinden bij die soorten die bijna over heel de gematigde klimaatzone frekwent verspreid zijn zodat in de loop van de 19^e eeuw heel wat mycologen van verschillende landen aan eenzelfde Agaricus een andere soortnaam gaven omdat zij van elkaar niet afwisten.

Hiervoor kan een ekskuus gevonden worden in de toen nog vrij moeilijke communicatiemiddelen tussen de verschillende landen. Wanneer echter voor eenzelfde soortnaam soms meer dan vijf auteurs worden vermeld kan men zich afvragen hoe men wél de gepaste soortnaam kende en niet de bijhorende naam van de auteur dieteerst de paddestoel beschreef.

Nog erger wordt het wanneer eenzelfde soortnaam betrekking heeft op een heel andere soort naargelang de bijgevoegde auteursnaam; zo is dit bv. het geval met Psalliota edulis Vittadini, Psalliota edulis Bull. en Psalliota edulis Pers. die respektievelijk stadchampignon, weidechampignon, en boschampignon zijn. Via een grondige literatuurstudie en persoonlijke floraopname in Vlaanderen was de hoger gegeven indeling een eerlijke poging om wat klaarheid te brengen bij het Psalliota geslacht.

3. VERGELIJKENDE BESCHRIJVING DER BESTUDEERDE SOORTEN

3.1. Bestudeerde soorten

De keuze van volgende vijf species werd enerzijds bepaald door hun mogelijke groeioord-verwantschap als grasbewoners en anderzijds wegens hun eetbaarheid en hiermee samengaan belang van domesticatie.

Deze keuze krijgt echter nog meer steun indien men weet hoeveel wetenschappelijke gegevens onder de verkeerde soortnaam vroeger (en soms nu nog) werden gepubliceerd; immers in de literatuur vonden wij bij meerdere befaamde auteurs: P. campestris = P. edulis; P. campestris = P. bispor P. arvensis = P. edulis; P. bispor = P. hortensis, enz. waaruit volgt dat de vijf soorten onderling identisch zouden zijn, terwijl zij in dit hoofdstuk netjes worden afgelijnd.

Gelukkig is men het thans eens geworden over het onderscheid tussen P. edulis, P. arvensis en P. campestris, en zelfs tussen P. hortensis als P. bisporus (zie verder, 4.6.)

a) Psalliota campestris Fries sensu Lange

Volkse benaming: De echte weide-champignon, champignon des prés, Wiesenegerling, common field mushroom.

Ten einde de kans op het welslagen van een reinkultuur te verhogen werden vanaf 1966 zoveel mogelijk exemplaren op diverse vindplaatsen in de natuur zorgvuldig geplukt en in het laboratorium via een sporenzaaiing of weefselenting tot stamkulturen gemaakt. De stammen waren afkomstig van campestris-exemplaren uit weiden gelegen in de omgeving van volgende plaatsen:

- Ooidonk - sporenzaaiing (leiemeersen bij Gent), 1968
- Thennes - sporenzaaiing (bij Amiens in Frankrijk), 1968
- Courrière - sporenzaaiing (bij Namen), 1968
- Vendome - sporenzaaiing (bij Tours in Frankrijk), 1968
- Paulatem - sporenzaaiing (bij Oudenaarde), 1969
- Ooidonk - bodemmycelium (bij Gent), 1968
- C.B.S. (uit Baarn), 1966

De Pinte - sporenzaaiing (bij Gent), 1967

Vendome - hoedweefsel (bij Tours), 1968

Merelbeke - sporenzaaiing (bij Gent), 1970

b) Psalliota arvensis Schäffer non Fries

Volkse benaming: akkerchampignon, boule de neige, Akerchampignon, horse-mushroom.

Van deze soort kweekten wij twee stammen; zij waren afkomstig uit:

- Thennes, hoed-weefselkultuur (bij Amiens in Frankrijk), 1965
- C.B.S. (uit Baarn), 1968
- Merelbeke - sporenzaaiing (bij Gent), 1970
- Lokeren - sporenzaaiing, 1970

c) Psalliota edulis Vittadini

Volkse benaming: stadchampignon, Psalliota à deux colliers, Rodman's mushroom, Stadtchampignon.



Foto 4: In en rond dit met grasbegroeid open populierbos vonden wij overvloedig *P. edulis* waaruit onze stamkulturen werden geïsoleerd.

Reeds in 1962 vonden wij langs Gentse parklanen enige exemplaren van deze soort. In 1964 werden er meerdere geplukt in een Drongense weide op de grens van Gent West en Drongen. In zomer 1967 vonden wij een natuurlijke groeiplaats in en naast een met grasbegroeid open populierbos (bodem opgehoogd met stadskompost en as) langsheen de Gentse Watersportbaan, alwaar de vruchtlichamen ontelbaar voorkwamen (zie foto 4). In zomer 1968 werden van ditzelfde groeioord twee stammen geënt:

- Gent West sporenzaaiing, 1968
- Gent West bodemmycelium, 1968

d) Psalliota bispora (Lange) Singer

Volkse benaming: meloenbedchampignon, tamme kultuurchampignon, champignon de couche, kulturchampignon, cultivated mushroom.

Van deze soort met twee sporen per basidium vermoedde men voor 't eerst de kultuurmogelijkheden toen men ze in 1651 zag groeien op meloenbedden in Frankrijk (Bonnefons 1651). Het zijn de sindsdien herhaaldelijk veredelde wereldrassen van deze soort die ook wij hier thans voor onze proeven in reinkultuur bewaarden.

- Stam 32, sporenzaaiing, Frans ras 1965, wit
- Stam 44, hoedenweefsel, Belgisch ras 1964, wit
- Stam 14, sporenzaaiing, Frans ras 1966, wit
- Stam W, C.B.S. - Baarn, wit
- Stam 53, sporenzaaiing, Frans ras 1969, wit

e) Psalliota hortensis Cooke sensu Pilat

Volkse benaming: robuuste kultuurchampignon, tuinchampignon, champignon des jardins, Gartenchampignon, garden mushroom.

Hiervan vonden wij één exemplaar dat beantwoordde aan de beschrijving van Essette (1964):

Stam Lemberge, sporenzaaiing, 1967, bruingeschubd, gevonden in oude druiven serre te Merelbeke-Lemberge. Bovendien bestaan hiervan een paar stammen voor handelskultuur, nl:

- Stam 9, sporenzaaiing, Frans ras 1970, wit tot licht witgrijs weinig geschubd.
- Stam SO, geïmporteerde kultuur, Frankrijk 1969, bleekbruin, geschubd.

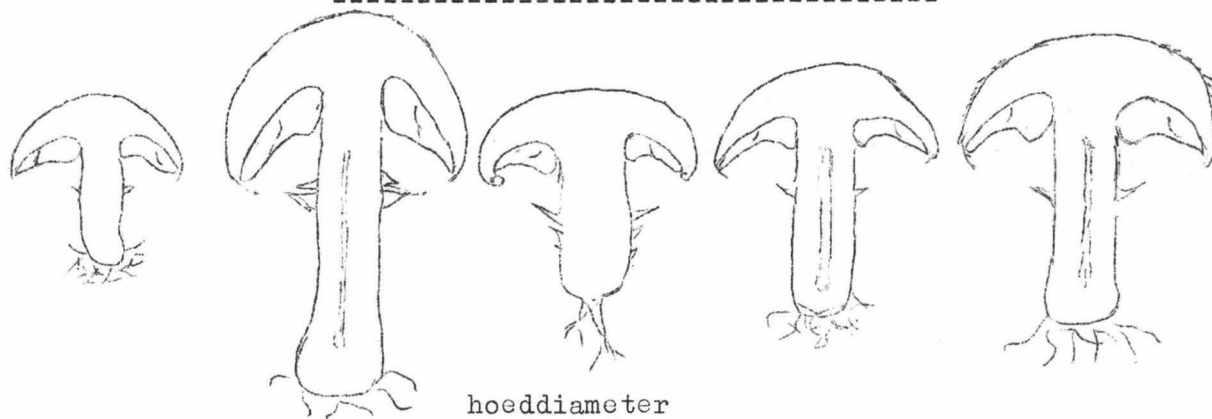
3.2. Vergelijkende morfologische waarnemingen

Ten einde de soorten zo duidelijk mogelijk te kunnen onderscheiden werden alle kenmerken telkens horizontaal weergegeven met als volgorde:

P. campestris, P. arvensis, P. edulis, P. bisporus en P. hortensis.

P. campestris P. arvensis P. edulis P. bisporus P. hortensis

Algemeen beeld van het vruchtlichaam



5-10 cm

8-20 cm

4-10 cm

5-12 cm

7-15 cm

Hoedvorm

eerst mooi
bolvormig
later hoog
convex, bij
opengaan
soms licht
centr. afge-
plat, rand zeer
fijn met een
weinig donzige
resten

eerst dik
konisch
bovenaan
mooi rond,
later breed-
vlakig
opengespreid
rand weinig
ontwikkeld
en eerder
dun

jonge hoeden
reeds met
plat of inge-
deukt cen-
trum; vast en
glad aanvoe-
lend, soms
dunvliezige
resten van
het velum
universale
op hoeddiscus
rand lang inge-
rold en gegroefd

eerst bol-
vormig bove-
naam afgeplat
later convex
gespreid, rand
dik wit ge-
groefd en ge-
tand

eerst bolvormig
en bovenaan
licht afgeplat,
later convex en
gespreid, rand
wit donzig de
lamellen be-
dekkend

hoedkleur

eerst spier-
wit zijde-
achtig later
licht bruin
en soms licht
schubbig

wit met soms
licht bruine
centrale
discus,
soms gele
tint

meest effen
wit en glad,
soms zwakke
okertint

donkerbruin
of mooi wit,
bruine eks.
fijnvezelig
geschubd
naargelang
var., witte
var. niet ge-
schubd

bleekbruin, vuil-
wit of beige,
steeds geschubd,
centrale discus
niet geschubd
doch steeds iets
donkerder

In verband met de kleur dient hier aangestipt dat naargelang de duur en intensiteit van de isolatie toeneemt er een evenredige lichte verbruining van de hoed kan optreden, eventueel samen met barsten in de epidermis. Bij bisporus en hortensis is de schubbigheid niet te wijten aan droog of winderig weder; indien het een schubbig variëteit betreft zijn de schubben er ook bij vochtig zacht weder. In de kultuurcel kan men echter vooral met witte rassen typische drogeluchtschubben provoceren.

lamellen

dun, breed,	gebuikt, eerst	dun, eerst	dun, eerst	verbredend
mooi vlees-	witachtig,	bleek-rose,	vleeskleurig,	nabij steel,
rose, later	later zeer	later donker-	later via	eerst zalmrose
bruin-zwart,	bleek rose,	bruin	chocoladebruin	later vuilrose
lamelkam	dan purper-		naar zwart-	en diepbruin
fertiel	roest		bruin	

Bij elk der vijf soorten staan de plaatjes steeds dicht bijeen; hun onderlinge kamafstand benaderd 0,5 mm. Behalve bij campestris is telkens de lamelkam steriel.

steel

3-6 cm hoog en	6-13 cm hoog,	2,5-5 cm hoog	2 tot 7 cm	3 tot 8 cm hoog
8-15 mm dik,	1 tot 2,5 cm	en 15 tot 25	hoog en 6 tot	12 tot 20 mm
basis lichtjes	dik, basis	mm dik, zonder	16 mm dik,	dik, doorgaans
nauwer, en	duidelijk ver-	mergzuiltje	basis licht-	mooi cilindrisch
soms geel ge-	dikt, vaak	basis stomp-	jes uitge-	tot beneden toe,
tint; vol, dus	gebogen, met	puntig uitlo-	zwellen; dui-	centraal vezelig
doorgaans zon-	centrale	pend op één	delijk	katoenachtig
der mergzuil-	mergzuil,	of meer dikke	centraal	zuiltje, bleker
tje, indien	zelfde kleur	myceliumstren-	mergzuiltje	dan de hoed,
wel dan zeer	als hoed,	gen, zelfde		onder de ring
beperkt, onder-	zonder schub-	kleur als hoed		zeer fijn veze-
aan de ring	ben zowel	onder de ring-		lig of lichtjes
zijn schubben	boven als	en diverse		geschubd
mogelijk	onder de ring	losse franjes		

Zoals bij de meeste paddestoelen zijn steellengte en dikte binnen een zelfde soort in zekere mate afhankelijk van het groeimilieu. In koude droge zonrijke dagen mag men een korte relatief dikke steel verwachten; in warme vochtige bewolkte dagen (dus bij zoel weder) mag men eerder slanke stelen verwachten. Bij P. edulis worden de vruchtlichamen soms geheel onder de grond gevormd zodat alleen wat opgestuwde grondkruimels zijn aanwezigheid verraden, in dit geval is de steel dan ook uiterst kort.

ring

steeds zeer	steeds zeer	twee geschei-	matig dik,	dunvliezig,
fijn en vaak	dik en met 2	den ringen	enkelvoudig,	onopvallend met
verdwijnend	samenliggende	waarvan boven-	met gegroef-	twee lagen, de
bij opengaan	lagen, afhan-	ste meest	de boven-	onderste afkom-
van hoed,	gend als een	ontwikkeld,	zijde	stig van resten
	manchetje,			

inplanting
op bovenste
steelhelft

ingesneden
als een ge-
tand wiel,
(zie foto 5)
inplanting
op bovenste
steelhelft

bovenaan even-
veel groefjes
als dat er
plaatjes aan-
raakten,
onderste ring
bestaat uit
1 of 2 boven-
randjes van
een steelvoet-
schede (foto)
inplanting
van bovenste
ring iets
onder het mid-
den van steel

van het velum
universale, de
bovenste van
resten van velum
partiale en is
tevens gerimpeld,
onderste ringlaag
vertoont soms
tanden zoals
arvensis



Foto 5: Bij sommige van deze nogal kleine arvensis-eksemplaren is de getande ring duidelijk te zien.

De ring is telkens wit, tenzij bij de bruine of crème rassen van P. bispora en P. hortensis waar hij witachtig tot beige-getint kan zijn.

Het dient ook opgemerkt dat grootte en gaafheid van de ringboorden zeer afhangt van de manier waarop de hoedrand zich hiervan losmaakt bij 't opengaan van de hoed; ongetwijfeld spelen plotse wijzigingen in het microklimaat hier een belangrijke rol. Zo zal bv. bij zeer droog weder de hoedrand bruusk afscheuren terwijl tijdens een dauwrijke ochtend deze ontsluiting heel wat geleidelijker verloopt.

vlees

wit, dik boven steel, snel dunner naar hoed- rand toe, lokaal bruin- achtig vlees- kleurig na doorsnede	wit, dik, soms lichtjes geel getint aan de lucht	mooi wit in hoed, soms glasachtig wit in de be- nedensteel, overvloedig dicht homo- geen gevleesd in hoed en steel, soms heel licht wijnkleurig snijvlak	wit, tamelijk dicht gevleesd tot bij de hoedrand, zwak roodachtige tint na door- snede	wit, doch boven- aan de steel een lichte nuance naar wijnachtige tinten, na door- snede worden de roodachtige tin- ten zeer traag gevormd
---	---	--	--	---

Bij alle vruchtlichamen wordt het aangesneden vlees meestal eerst vuilwit en later bruinachtig, tenzij bij arvensis waar het meer okerachtig wordt.

reuk en smaak

aantrekkelijk zacht zuur, bijzonder fijn zeer gegeerd voor consump- tie	aangenaam licht anijs- geurig, fijn van smaak en goed eet- baar	aangenaam zacht zuur tot licht amandelgeurig kort na kwetsing, zeer gewaardeerd wegens iets pikante op vlees gelijk- kende smaak	afhankelijk van het sub- straat, vooral op zuivere paardemest is zijn geur en smaak fijn doch niet zo uitgesproken als bij <u>camp.</u> en <u>edulis</u> , iets minder fijn bij kweek op kunstmest	doorgaans zeer aangenaam rie- kend, vooral na regenvlaag of na sproeien in teeltcel, smaakt iets fijner dan bisporus
--	--	--	--	---

Oudere vruchtlichamen worden eerst reukloos dan scherpzuur en dan volgt uiteindelijk een onaangename ureumgeur.

sporenprent

roestbruin tot donkerbruin naargelang dikte van spo- renlaag	bruin tot bruinzwart	chocolade- bruin	donkerbruin	donkerbruin
--	-------------------------	---------------------	-------------	-------------

sporen

eivormig; met kiem-porie; 6-8 x 4-5 μ ; 2 kernen per rijpe spore (Hlavacek 1967)	kort ovaal; 6-7 x 5 μ ; 2 kernen per rijpe spore	bijna rond; 5-6 x 4-5 μ ; 2 kernen per rijpe spore	ovaal tot rond; 4-7,5 x 4-5,5 μ ; 4 kernen per rijpe spore	breed elliptisch; 7-8 x 5-5,5 μ ; 4 kernen per rijpe spore
--	---	---	---	---

Volgens Hlavacek Jiri (1967) zou in de onrijpe spore steeds slechts de helft van het normaal aantal kernen aanwezig zijn omdat elke kern nog eens hoeft te delen.

De kleur van de rijpe sporen is onder het microscoop bleekbruin flauw doorschijnend bij intense belichting tot purperbruin ondoorschijnend bij minimale belichting. De sporenprent heeft bij de 5 soorten een chocoladebruine tot donkerbruine kleur naargelang de dichtheid op het prentvlak.

basidiën

viersporig; lengte 20-34 μ , breedte 7-9 μ	normaal viersporig; 20-30 x 7-8 μ tweesporige basidiën komen voor	92 % vier- sporig; 28-40 x 6-9 μ 3 % driesporig 4 % tweesporig 1 % eensporig 0,1 % vijfspo- rig	80 à 90 % tweesporig; 8 % eensporig 1,2 % drie- sporig; 0,5 % vier- sporig 20-34 x 7-9 μ	55 à 70 % een- sporig; 30 à 43 % tweesporig; zelden drie- en viersporige basi- diën; 22-35 x 8-9 μ
--	--	--	--	--

Het aantal kernen per basidium is vier bij elk der vijf soorten (Hlavacek Jiri 1967).

cystiden

geen cysti- den, wel nor- male fertiele basidiën	ovaal; hyalien; 9-16 x 6-12 μ	cylandrisch tot knots- vormig; hyalien of lichtbruin; 10-40 x 5-16 μ	dik; knots- vormig hyalien of bruin; 17-44 x 7-14 μ	hyalien, knots- vormig; 20-27 x 9-14 μ
---	--	--	--	---

kleurreacties

reactie van Schäffer; negatief	reactie van Schäffer; positief	reactie van Schäffer; soms zwak- positief	reactie van Schäffer; negatief	reactie van Schäffer; negatief
--------------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------------------------

(zie ook lager bij nadere bijzonderheden)

sporen

eivormig; met kiem-porie; 6-8 x 4-5 μ ; 2 kernen per rijpe spore (Hlavacek 1967)	kort ovaal; 6-7 x 5 μ ; 2 kernen per rijpe spore	bijna rond; 5-6 x 4-5 μ ; 2 kernen per rijpe spore	ovaal tot rond; 4-7,5 x 4-5,5 μ ; 4 kernen per rijpe spore	breed elliptisch; 7-8 x 5-5,5 μ ; 4 kernen per rijpe spore
--	---	---	---	---

Volgens Hlavacek Jiri (1967) zou in de onrijpe spore steeds slechts de helft van het normaal aantal kernen aanwezig zijn omdat elke kern nog eens hoeft te delen.

De kleur van de rijpe sporen is onder het microscoop bleekbruin flauw doorschijnend bij intense belichting tot purperbruin ondoorschijnend bij minimale belichting. De sporenprent heeft bij de 5 soorten een chocoladebruine tot donkerbruine kleur naargelang de dichtheid op het prentvlak.

basidiën

viersporig; lengte 20-34 μ , breedte 7-9 μ	normaal viersporig; 20-30 x 7-8 μ tweesporige basidiën komen voor	92 % vier- sporig; 28-40 x 6-9 μ 3 % driesporig 4 % tweesporig 1 % eensporig 0,1 % vijfspo- rig	80 à 90 % tweesporig; 8 % eensporig 1,2 % drie- sporig; 0,5 % vier- sporig 20-34 x 7-9 μ	55 à 70 % een- sporig; 30 à 43 % tweesporig; zelden drie- en viersporige basi- diën; 22-35 x 8-9 μ
--	--	--	--	---

Het aantal kernen per basidium is vier bij elk der vijf soorten (Hlavacek Jiri 1967).

cystiden

geen cysti- den, wel nor- male fertiele basidiën	ovaal; hyalien; 9-16 x 6-12 μ	cylindrisch tot knots- vormig; hyalien of lichtbruin; 10-40 x 5-16 μ	dik; knots- vormig hyalien of bruin; 17-44 x 7-14 μ	hyalien, knots- vormig; 20-27 x 9-14 μ
---	--	--	--	---

kleurreacties

reactie van Schäffer; negatief	reactie van Schäffer; positief	reactie van Schäffer; soms zwak- positief	reactie van Schäffer; negatief	reactie van Schäffer; negatief
--------------------------------------	--------------------------------------	--	--------------------------------------	--------------------------------------

(zie ook lager bij nadere bijzonderheden)

mycelium

macr.zichtb. mycelium- eenheden be- perkt tot 2 à 10 cm precies onder steelbasis. Micr. kristal- bezetting dicht doch met uiterst fijne relatief korte kristal- len; 20 kernen per cel (Hlavacek Jiri 1967)	macr.zichtb. mycelium- eenheden,wit- achtig in een zeer dichte laag van 5 tot 20 cm dik en soms met 3 m dia- meter; Micr. kristal- bezetting zoals bij campestris; 10 kernen per cel	macr.zichtb. mycelium- eenheden, spierwit in een dicht doorgroeide laag van 5 tot 25 cm dik;weinig luchtmycelium Micr. kristal- bezetting met 80 cm reiken naalden die dunner,langer en minder tal- rijk zijn dan bij de vier overige soor- ten; 20 kernen per cel.	macr.zichtb. mycelium is wit-beige; dikte van ge- incubeerde myceliumlaag is afhanke- lijk van be- schikbaar substraat en kan tot in cultuur Micr.kristal- bezetting zeer intens met variabele kristalvorm en dikte; 30 kernen per cel.	macr.zichtb. myc. is witgrijs zeer intens groeïend in en op het substraat; kristalbezetting nagenoeg dezelf- de als bij bis- porus; dikte van de geincu- beerde mycelium- laag zoals bij bisporus; 30 kernen per cel
---	---	--	--	--



Foto 6a: Myceliumkristallen bij
Ps. bispora op mestsubstraat



Foto 6b: Myceliumkristallen bij
Ps. edulis op mestsubstraat

Bij *Psalliota edulis* zijn de hyfen bijzonder fijn in vergelijking met de vier andere soorten en men telt er in hetzelfde microscopisch veld wel drie maal meer (zie foto 6a en 6b).

De hyfen zijn bij elk der 5 soorten dubbelwandig, gesepteerd en wanneer zij meer dan twee dagen oud zijn kan men overal oxallaat-kristallen (meest Calciumzouten) waarnemen; de kristalaangroei en vorm is enerzijds functie van de *Agaricus*-soort doch tevens van het vochtgehalte, de voedsel-reserve en de beschikbare kationen (vooral Calcium, doch mogelijks ook Kalium en Magnesium), in het groeimilieu.

Men vindt zowel kristallen op mycelium dat groeide in zuiver organisch materiaal als in gewone teeltgrond of dekgrond. Ook op de celwanden in traaggroeïende vruchtlichamen zijn vaak deze Ca-oxallaatkristallen waar te nemen (Thielke 1966) (Hein 1930).

verdeling der vruchtlichamen

zelden in ringvorm, indien wel dan kleine ringen of cirkelbogen, meest solitair of met twee samen beide steelbassissen dicht bijeen en één vruchtlichaam kleiner dan het ander	vaak brede heksenringen of bogen vormend, diameter tot 20m en meer, gewoonlijk solitair, indien twee of meer samen dan minstens 15 cm van elkander	verschijnen meest willekeurig verdeeld over hun groeioord, gedeeltelijke ringvorming niet uitgesloten; meest solitair soms twee samen met voet dicht bijeen en de ene hoed onder andere	eerste vruchtzetting van het seizoen aan de buitenranden van het geincubeerd substraat, beperkte ringvorming mogelijk, vaak twee of meer vruchtlichamen samen, rocher vorming mogelijk; later vrije verdeling der vruchtlichamen	eerste vruchtzetting aan de buitenranden van het geincubeerd substraat, heksenringen zeldzaam solitair, tenzij in de eerste fructificatiefase bij dewelke vaak ook rocher-vormige vruchtzetting voorkomt
--	--	---	--	--

gewicht en grootte der vruchtlichamen

3-25 g	15-250 g	6-240 g	1,5-130 g	5-180 g
--------	----------	---------	-----------	---------

Gewicht en grootte zijn tevens binnen eenzelfde soort afhankelijk van de hoeveelheid geincubeerd substraat; de zoutconcentratie van de bodem (hoe hoger deze hoe groter vruchtlichamen); het aantal aangelegde primordia (hoe minder primordia hoe groter vrl.); het pluktijdstip t.t.z. hoe jonger een groot vrl. wordt geplukt hoe meer stimulans om er twee of drie kleinere in de plaats te vormen; en ten slotte het plaatselijk microklimaat, nl. hoe meer wind of tocht en hoe koeler hoe meer kans op grote vrl. omdat dan de kleine primordia gewoonlijk niet uitgroeien tot paddestoel.

Habitat

Dit zal op deze plaats niet beschreven worden omdat het geen typisch morfologisch aspect betreft en tevens omdat aan de ecologie een speciaal hoofdstuk wordt gewijd, waarin talrijke uitgesproken verschillen zullen behandeld worden (o.a. over groeioorden en groeiperiode - zie hoofdstuk 4.)

Opmerking: Hoger vergelijkende morfologische en farbologische studie berust hoofdzakelijk op eigen waarnemingen hoewel hier en daar een gegeven werd gekonfronteerd met klassieke kenmerken volgens Essette 1964, Konrad et Maublanc 1937, en Maublanc et Viennot-Bourgin 1959.

3.3. Nadere bijzonderheden per soort

a) Psalliota campestris Fries sensu Lange (zie foto 7)

Volgens Hennig (1964) zou "Fungus campestris albus superne, inferne rubens Dillenius-Ray 1724" de oude komplekse benaming zijn voor deze weidepaddestoel hetgeen dateert van voor de tijd van Linnaeus toen het gebruik van een geslacht-en soortnaam nog niet internationaal was aangenomen.

Tellingen van het aantal sporen gaven ons cijfers van 150 tot 750 miljoen per vruchtlichaam. Bij sommige grote vruchtlichamen kan dit aantal echter nog tien maal hoger zijn. Zo telde Bessey hier 1.800.000.000 sporen, bij een grote weidechampignon. Hoogstens 50 % van de rijpe sporen komen in de vrije lucht terecht, terwijl de overige blijven kleven aan de plaatjes. Volgens Gregory (1957) zouden de sporen van deze soort zichzelf onmiddellijk na rijping van het basidium afstoten door een kleine electrostatische lading die in de rijpende sporen werd gevormd.



Foto 7: Zie hier een typische groeivorm van *Ps. campestris*: een kleine knop beschermd door de naaststaande open hoed, beide verscholen in het gras.

Reeds bij intense vergroting met microscoop van 400 X ziet men dat het mycelium lichtjes hyalien is en als het ware gevormd is uit eindeloze rijen van iets afgeplatte worstvormige cellen. De overgang van de ene cel naar de andere vertoont meestal een zeer lichte insnoering. Nergens konden wij nog enig overblijfsel van zogenaamde clamp-connections waarnemen.

Bessey (1961 steunt) laatstgenoemde waarneming. Verder was het opvallend hoe de bezetting met normaalstandige heldere kristalnaalden (vermoedelijk allen Ca-oxallaat) zich uniform op al het mycelium voordoet zowel in vivo als in vitro doch niet op jonge hyfecellen van 1-2 dagen oud, minder op zuur kalkarm substraat en uiterst zelden in het vruchtweefsel en in plantenwortelcellen waar deze hyfen graag binnendringen.

Wanneer men eventueel zou twijfelen over de identiteit van een uiterlijk op *P. campestris* gelijkende weidepaddestoel kan men zekerheid bekomen met volgende kleurreactie-test (Bataille 1948):

Op het hoedenvlees enige druppeltjes alcoholische gaiac-hars-oplossing geeft een kleurloze reactie terwijl dit op het vlees van de steelbasis een groenblauwe verkleuring teweeg brengt.

Wat betreft de voedingswaarde weze vermeld dat de weidechampignon reeds 150 j na Chr. voor consumptie werd aanbevolen door Claudius Galenus (Geldof 1961), tevens door Dodonaeus in zijn cruydt-boek van 1608, en door Bonnefons in 1651. Als normen voor de voedingswaarde mag worden aangenomen per 100 g verse champignons: 90 % water; 10 % droge stof; 1,25 % as; 4% bruto eiwit; 0,44 % bruto vet; 2,4 % totaal glucose na hydrolyse; 0,33 % kalium; 0,4 % fosfor en enige andere mineralen, doch tevens belangrijke hoeveelheden vit. D, B1, C en A. Ag. campestris wordt thans nog in meerdere landen voor de consumptie al dan niet via de handel gezocht; in ons land wordt deze enkel nog te koop aangeboden in Namen, Charleroi en in de Ardennen; terwijl hij in het Vlaamse land nog slechts zelden in massa voorkomt.

Om even de eeuwenoude belangstelling voor de weidechampignon te accentueren vermelden wij hier enige zeer oude synoniemen. Deze beduiden vermoedelijk niet steeds A. campestris sensu stricto doch ook vaak andere hiermee nauw verwante witte weidechampignons zoals A. arvensis, A. edulis en A. bisporus waarmee zij dus vroeger macroscopisch gemakkelijk verward werden.

Zo vinden wij bij Leuba (1947) als mogelijke wetenschappelijke benamingen voor A. campestris:

"Fungi qui rubent callo-plinius; Pradellus fuliginosus-Sterb.; Fungus sativus equinus-Tournefort 1707; Agaricus pellitus-Batsch.; Amanita petiolo annulato lamellis roseis-Hall.; Agaricus campestris-Linnaeus; Ag. pileo amplo-Gled; Amanita campestris-Dill.; Fungus campestris-Bauh.; Fungorum esculentorum genus-Clusius; Ag. edulis-Bull.; Hypophyllum campestre-Paul.; Fungi d'Italia-Viviani."

Deze synoniemen vormen maar een aanvulling bij deze vermeld onder de thans aangenomen taxonomie van de soortenrijkdom. (zie 2.2.)

Bij het voorzichtig macroscopisch onderzoek van het substraat dat zich onder de steel bevindt is bij de eenjarige vestigingen slechts sporadisch hier en daar een myceliumstreng waar te nemen tussen de grondkruimels en de graswortels. Bij de meerjarige vestigingen vindt men links of rechts onder de steel een vijf centimeter dikke verbleekte graszode die lichtjes met witte hyfen doorlopen is. Precies onder de steelbasis vindt men een dicht myceliumpruikje. Bij microscopisch nazicht is het meest mycelium waar te nemen in de onmiddellijke nabijheid rond en in de graswortels. In een volgend hoofdstuk wordt hierover uitvoeriger gesproken.

- vlees of hoed + lactophenol = grijs-rose tot lilal
- vlees + menthol = donker paars
- vlees van steelbasis + galac = grijs-blauw

De ring van A. arvensis bestaat uit twee lagen waarvan de onderste normaal tandvormig gespleten is. Sommige auteurs o.a. Murrill (1915) zijn van oordeel dat dit echter geen vast kenmerk is. Wij delen deze mening ten zeerste vermits de vorm van de onderste ringlaag o.m. afhangt van de weersomstandigheden tijdens het ontrollen van de hoedrand. Bij plotse wijziging van zeer droog naar zeer nat weder, bv. een dondervlaag kan een gedeelte van de ring aan de hoedrand blijven kleven en krijgt men een ring met genuanceerd beeld.

Bijzonder in tegenstelling met P. campestris is het feit dat men bij A. arvensis onder de voet van het vruchtlichaam een tamelijk dichte mycelium-accumulatie van 10 tot 20 cm diep kan waarnemen, in de welke het mycelium zowel op de aardekruimels als op dode en levende graswortels is gegroeid.

Zeër vaak ziet men dat de vruchtzetting zich voordeed op of nabij de contactzone van geïncubeerde en ongeïncubeerde graszode. In hoever dit van belang is voor de vorming van heksenringen zal besproken worden bij de ecologische waarnemingen.

c) Psalliota edulis Vittadini

Het was Peck die in 1885 voor 't eerst deze met de weidechampignon verwante Agaricus-soort beschreef. Voordien werd P. edulis gewoon geklasseerd onder de naam van Psalliota campestris. Het zijn vooral de dubbele ring, de korte steel en de lang ingerold blijvende hoedrand die er toe leidden deze paddestoel als afzonderlijke soort te catalogeren.

Zoals bij A. arvensis vonden wij ook hier met mycelium doorgroeide bodemzones van variabele omvang onder de vruchtlichamen. Meerdere jonge primordia ontstaan en rijpen vaak achtereenvolgens op eenzelfde paraleel met de bodem kronkelende verdikte myceliumstreng.

De 2 ongelijke steelringen verdienen ongetwijfeld enige nadere bespreking. De onderste is zeer dun, soms met twee oneffen gescheiden randen (zie foto 8) en is niets anders dan de aan de benedensteel vergroeide rest van het zeer dunne velum universale waarvan men op de hoed gewoonlijk nog een centraal aanklevend vliesje terugvindt.

De bovenste ring bevindt zich hoogstens 8 mm boven de onderste, nl. meestal rond het midden van de steel en draagt zeer mooi de honderden fijne afdruklijntjes van de lamellen tot wiens directe bescherm laag deze brede horizontale manchetring heeft gediend vóór de ontrolling van de hoedrand.

Wat betreft de voedingswaarde weze vermeld dat de weidechampignon reeds 150 j na Chr. voor consumptie werd aanbevolen door Claudius Galenus (Geldof 1961), tevens door Dodonaeus in zijn cruydt-boek van 1608, en door Bonnefons in 1651. Als normen voor de voedingswaarde mag worden aangenomen per 100 g verse champignons: 90 % water; 10 % droge stof; 1,25 % as; 4% bruto eiwit; 0,44 % bruto vet; 2,4 % totaal glucose na hydrolyse; 0,33 % kalium; 0,4 % fosfor en enige andere mineralen, doch tevens belangrijke hoeveelheden vit. D, B1, C en A. Ag. campestris wordt thans nog in meerdere landen voor de consumptie al dan niet via de handel gezocht; in ons land wordt deze enkel nog te koop aangeboden in Namen, Charleroi en in de Ardennen; terwijl hij in het Vlaamse land nog slechts zelden in massa voorkomt.

Om even de eeuwenoude belangstelling voor de weidechampignon te accentueren vermelden wij hier enige zeer oude synoniemen. Deze beduiden vermoedelijk niet steeds A. campestris sensu stricto doch ook vaak andere hiermee nauw verwante witte weidechampignons zoals A. arvensis, A. edulis en A. bisporus waarmee zij dus vroeger macroscopisch gemakkelijk verward werden.

Zo vinden wij bij Leuba (1947) als mogelijke wetenschappelijke benamingen voor A. campestris:

"Fungi qui rubent callo-plinius; Pradellus fuliginosus-Sterb.; Fungus sativus equinus-Tournefort 1707; Agaricus pellitus-Batsch.; Amanita petiolo annulato lamellis roseis-Hall.; Agaricus campestris-Linnaeus; Ag. pileo amplo-Gled; Amanita campestris-Dill.; Fungus campestris-Bauh.; Fungorum esculentorum genus-Clusius; Ag. edulis-Bull.; Hypophyllum campestre-Paul.; Fungi d'Italia-Viviani."

Deze synoniemen vormen maar een aanvulling bij deze vermeld onder de thans aangenomen taxonomie van de soortenrijkdom. (zie 2.2.)

Bij het voorzichtig macroscopisch onderzoek van het substraat dat zich onder de steel bevindt is bij de eenjarige vestigingen slechts sporadisch hier en daar een myceliumstreng waar te nemen tussen de grondkruimels en de graswortels. Bij de meerjarige vestigingen vindt men links of rechts onder de steel een vijf centimeter dikke verbleekte graszode die lichtjes met witte hyfen doorlopen is. Precies onder de steelbasis vindt men een dicht myceliumpruikje. Bij microscopisch nazicht is het meest mycelium waar te nemen in de onmiddellijke nabijheid rond en in de graswortels. In een volgend hoofdstuk wordt hierover uitvoeriger gesproken.

b) Psalliota arvensis Schäffer (non Fries)

Het is belangrijk eerst even aandacht te besteden aan de nomenclatuur van deze akkerchampignon vermits de soortnaam "arvensis" spijtig genoeg twee verschillende soorten kan betitelen naargelang de bijgevoegde auteursnaam.

De kenmerken van de door ons gevonden exemplaren beantwoorden precies aan deze van Agaricus arvensis Schäffer, syn. Ag. nivescens Möller (Haublanck 1959) en niet aan deze van Agaricus arvensis Fries (Essette 1964). Bij laatstgenoemde auteur zou trouwens de synoniemie van deze beide soorten niet mogen worden aangestipt. Wel mag worden aangenomen dat diverse overgangsvormen tussen beide soorten in de natuur in bepaalde ecologische milieu's voorkomen. Sommige auteurs aanzien deze soort als een variëteit van Psalliota campestris hetgeen wij wegens typische kenmerken zoals de grootte, de intense anijs-of amandelgeur, de manchetring, de verdikte steelbasis, en de bleke plaatjes bij P. arvensis, niet kunnen beamen. Een ander onderscheidingskenmerk is het geelachtig steelsap dat men uit een doorgesneden steel kan persen.

Volgens Monceaux (1966) zou het vergelen van het hoedoppervlak na kwetsing zich niet voordoen bij alle gevonden exemplaren van Agaricus arvensis. Het is niet uitgesloten dat de samenstelling van de bodem hier een grote rol speelt. Dezelfde auteur wijst op de fijne anijsgeur en exellente eetbaarheid van deze soort doch waarschuwt voor de minder goede verteerbaarheid vergeleken bij A. campestris.

Bessey (1961) telde niet minder dan 27.000.000.000 sporen bij een normaal vruchtlichaam. Dit aantal is voor het in stand houden van de soort zeker niet te groot als men maar even bedenkt dat het vee soms met een paar gappen al het paddestoelomringend en met sporenbeladen gras verorbert. Gelukkig worden de vruchtlichamen zelf bijna nooit door deze dieren gelust.

Ter identificatie kan eventueel volgende kleurreactie van Bataille (1948) toegepast worden:

- hoed + KOH of Na OH = onmiddellijk gele verkleuring
- hoed of steel + gaïac (reactief zie campestris) = zonder reactie
- hoed + HNO₃ = zonder reactie
- vlees + phenaniline = licht paars, dan donkerbruin
- vlees of hoed + lactophenol = grijs-rose tot lila
- vlees + menthol = donker paars
- vlees van steelbasis + gaïac = grijs-blauw

De ring van A. arvensis bestaat uit twee lagen waarvan de onderste normaal tandvormig gespleten is. Sommige auteurs o.a. Murrill (1915) zijn van oordeel dat dit echter geen vast kenmerk is. Wij delen deze mening ten eerste vermits de vorm van de onderste ringlaag o.m. afhangt van de weersomstandigheden tijdens het ontrollen van de hoedrand. Bij plotse wijziging van zeer droog naar zeer nat weder, bv. een dondervlaag kan een gedeelte van de ring aan de hoedrand blijven kleven en krijgt men een ring met genuanceerd beeld.

Bijzonder in tegenstelling met P. campestris is het feit dat men bij A. arvensis onder de voet van het vruchtlichaam een tamelijk dichte mycelium-accumulatie van 10 tot 20 cm diep kan waarnemen, in de welke het mycelium zowel op de aardekrumels als op dode en levende graswortels is gegroeid.

Zeer vaak ziet men dat de vruchtzetting zich voordeed op of nabij de contactzone van geïncubeerde en ongeïncubeerde graszode. In hoever dit van belang is voor de vorming van heksenringen zal besproken worden bij de ecologische waarnemingen.

c) Psalliota edulis Vittadini

Het was Peck die in 1885 voor 't eerst deze met de weidechampignon verwante Agaricus-soort beschreef. Voordien werd P. edulis gewoon geklasseerd onder de naam van Psalliota campestris. Het zijn vooral de dubbele ring, de korte steel en de lang ingerold blijvende hoedrand die er toe leidden deze paddestoel als afzonderlijke soort te catalogeren.

Zoals bij A. arvensis vonden wij ook hier met mycelium doorgroeide bodemzones van variabele omvang onder de vruchtlichamen. Meerdere jonge primordia ontstaan en rijpen vaak achtereenvolgens op eenzelfde paraleel met de bodem kronkelende verdikte myceliumstreng.

De 2 ongelijke steelringen verdienen ongetwijfeld enige nadere bespreking. De onderste is zeer dun, soms met twee oneffen gescheiden randen (zie foto 8) en is niets anders dan de aan de benedensteel vergroeide rest van het zeer dunne velum universale waarvan men op de hoed gewoonlijk nog een centraal aanklevend vliesje terugvindt.

De bovenste ring bevindt zich hoogstens 8 mm boven de onderste, nl. meestal rond het midden van de steel en draagt zeer mooi de honderden, fijne afdruklijntjes van de lamellen tot wiens direkte bescherm laag deze brede horizontale manchetring heeft gediend vóór de ontrolling van de hoedrand.

Bij het benedenwaards afpellen van de bovenste ring zien wij dat deze evengoed als de onderste ring kousvormig rond de steelbasis vastzit zodat wij dus in feite twee zeer fijne kousen op elkaar vinden, waarvan de buitenste kous deze is die neerwaarts voortloopt uit de onderste ring. Ook op de hoed vinden wij beide vliezen op vergroeide wijze terug zodat men hier in feite 2 universele velums heeft.



Foto 8: Het middenste edulis-vruchtlichaam vertoont duidelijk de grote bovenring en tevens in dit geval de tweedelige onderste ring.

Volgens Atkinson (1915) zou de onderste ring de bovenrand tonen van een steelvoetkous zoals bij Amanita doch dan toch zo dat het hier gaat over een zeer dunne weefsellaag die uniform aankleeft op de benedensteel, terwijl men bij de meeste Amanita's een dikvlezige schede terugvindt ruim zittend rond een opvallende steelvoetverdikking die niet bij A. edulis voorkomt.

Dat bij edulis de bovenrand van de steelvoetkous soms twee gescheiden randen bezit is mogelijks te wijten aan bepaalde microklimatologische factoren waarbij het buitenste velum universele zijn duidelijk uit twee lagen bestaande epidermis vertoont. Terloops weze er hier nog op gewezen dat A. edulis niets te zien heeft met bepaalde Chitonia species die volgens Konrad et Maublanc (1937) anomalien zijn van P. bispora in cultuur, hetgeen ook in onze eigen teelt soms voorkwam, bij gebruik van houtas in de dekgrond,

nl. vruchtlichamen met dubbele ring en toch met 2 sporen per basidium terwijl P. edulis 4 sporen heeft per basidium. Ook Schäffer et Möller (1949) en Heim (1957) gaan niet akkoord met de synoniemie van P. edulis met een Chitonia sp. Het steelgedeelte tussen plaatjes en bovenring kan bij zoel weder nog een belangrijke celstrekking ondergaan tijdens de sporenafgifte zodat dan de ringen relatief veel later zijn ingeplant dan dat dit het geval was bij het jonge vruchtlichaam.

P. edulis kan geïdentificeerd worden door zijn donkergroene kleurreactie met FeSO_4 en zijn neutraliteit t.o. KOH.

Hennig (1958) vermeldt dat het vlees door aniline bloedrood verkleurt. Heinemann et Engels (1953) ondervonden dat A. edulis gevoeliger is aan de toxische werking van salicylzuur dan Ag. campestris en Ag. bisporus var. albida.

A. edulis is bekend om zijn vastvlezige hoed, zijn lange bewaarbaarheid o.m. wegens de ingerolde hoedrand, zijn hoog soortelijk gewicht zijn exellente smaak en aroma zowel vóór als ná de bereiding. Wij denken dat de voedingswaarde zeker niet hoeft onder te doen voor de huidige kultuurchampignon. Hennig (1958) spreekt van "Ein ausgezeichnete Speisepilz".

d) Psalliota bispora Lange

Deze geteelde Psalliota die men af en toe nog wel in weiden of rond boerderijen kan terugvinden laat zich gewoonlijk zonder veel moeite identificeren dank zij de aanwezigheid van slechts 2 sporen per basidium.

P. bispora is echter niet de enige paddestoel met 2 sporen per basidium; ook Amanita bisporigera, Craterellus cornucopioides en meerdere Gasteromycetes hebben tweesporige basidia (Sister Bodman 1938). Macroscopische kenmerken zoals hoedkleur en reliëf zijn weinig constante factoren vermits men hier zowel bruine als witte of crème rassen terugvindt.

Bij een morfologische en fysiologische studie van verschillende stammen van Agaricus bisporus op vloeibare bodems vond Militaris (1962) dat bepaalde stamnummers absoluut niet (of niet meer) behoorden tot de klasse der Basidiomycetes. Hij identificeerde ze echter als Beauvaria tenella, behorende tot de klasse der Fungi imperfecti, familie der Moniliaceae, hetgeen in feite een schimmel is die het echte mycelium macroscopisch onzichtbaar infecteert.

Als sporenproduktie mogen dezelfde cijfers worden aangenomen als bij P. campestris; dit geldt trouwens ook voor P. hortensis. Merkwaardig is hier echter de wijze waarop de sporen worden afgestoten.



Foto 9: Psalliota bispora Lange, de klassieke witte kultuurchampignon

Volgens Lohwag (1941) zou zich nabij de aanhechtingsplaats van elke spore een steeds groter wordend waterdruppeltje vormen. Op een gegeven ogenblik raken beide druppeltjes elkander, versmelten tot een steeds groter wordende druppel zodat op een gegeven ogenblik de beide rijpe sporen worden afgestoten. Het vocht zou afkomstig zijn uit de basidiën en meteen de sterigmatopjes week maken zodat de sporen gemakkelijk los komen. Vermoedelijk heerst er voor de afstoting meteen een klein verschil tussen de electrostatische lading van de sporen en deze van de waterdruppel waardoor een zekere kinetische energie aan de spore wordt meegegeven.

Volgens Kneebone (1968) blijven koud en droog bewaarde sporen van deze soort 36 jaar kiemkrachtig. Het normale type van P. bispora dat in de natuur gevonden word, heeft een zijdeachtige witte of grijsbruine hoed. In kultuur echter heeft men meest de spierwitte variëteiten en dan tevens alle mogelijke overgangsvormen tussen beide hoedkleuren, zowel crème rassen met schubben als witte rassen zonder schubben.

De steel is echter steeds mooi wit bij de witte rassen tot crème-wit bij de bruine en bleekbruine rassen. Over het voorkomen in de natuur van een zuiver wit bisporus-ras zal nog worden uitgewijd in het hoofdstuk over ecologische waarnemingen.

Hoewel bij de meeste Agaricus-soorten een hyfenfusie nodig is voor de geslachtelijke voortplanting (heterothallisme) is hier elke hyfe gelijktijdig drager van mannelijke en vrouwelijke kernen zodat hyfenfusie niet nodig is voor vruchtzetting (homothallisme) (Alexopoulos 1966).

In dit verband toonde Sass (1928) dat de subhymeniale cellen tweekernig zijn, terwijl de tramacellen meerdere kernen inhouden. Ook de jonge basidiën zijn tweekernig en karyogamie en meiosis geschiedt in het basidium. In elk basidium worden 4 kernen gevormd hetzij 2 per te vormen spore. Waar 4 sporen per basidium voorkomen krijgt elke spore slechts 1 kern. Zoals de tramacellen zijn tevens de actieve jonge vegetatieve hyfetopcellen meerkernig; in oudere vegetatieve hyfecellen vindt men normaal minder kernen.

Volgens Colson (1935) zijn alle cellen vanaf het jong mycelium tot en met de plaatjescellen meerkernig; hoewel het aantal kernen nabij de plaatjes geleidelijk vermindert, tot er in het subhyneum nog 2 overblijven. Het haploïed aantal chromosomen is negen. Volgens dezelfde auteur wordt het aantal kernen in een op het basidium rijpende spore via een gewone deling nog eens verdubbeld zodat bij P. bispora dan 4 kernen per spore aanwezig zijn en bij campestris slechts twee.

Kligman (1942) wijst op het voorkomen van chlamydosporen in oud mycelium van bisporus-rassen terwijl hij dit niet vond in oud mycelium van de viersporige weidechampignon. De grootte van deze chlamydosporen is gelegen tussen 8µ dikte en 25µ lengte; zij kunnen blaas-of eivormig zijn, rond, rechthoekig, kettingvormig, al dan niet gesepteerd, en veelkernig. Uitgaande van zulke chlamydosporen kon hij normaal mycelium en vruchtzetting bekomen.

Thielke (1968) telde tot 20 kernen per volgroeide vegetatieve myceliumcel. Bij een vergroting van 7000 maal kon duidelijk een dolipore (contactgeul) worden waargenomen in de dubbelwandige dwarswand tussen twee hyfecellen; tevens 1 tot acht duidelijke vacuolen; ook mitochondriën. Van de ene cel naar de andere is er wel telkens een insnoering nabij de dwarswand doch geen haakvormingrest.

Bij de vorming van myceliumstrengen konden wij microscopisch waarnemen dat tal van hyfen geleidelijk evenwijdig rond een bepaalde centrale hyfe gaan verder groeien terwijl korte tussenhyfen de ene hyfe met de naastliggende verbinden. Rondom de streng ontwikkelt zich dan als het ware een schede van ongesepeteerde dunwandige korte hyfen die men tendril-hyfen noemt. In te nat substraat wordt de strengenvorming gestimuleerd.

Mathew (1961) vond dat de vorming van strengen begunstigd wordt ook naargelang het milieu armer wordt.

e) Psalliota hortensis Cooke sensu Essette

Zoals hoger vermeld werd van deze soort slechts één solitair groeiend exemplaar teruggevonden. Hiervan geschiedde een sporenenting op agar waarna onder meer alle morfologische gedragingen via broedkultuur en enting op teeltkompost tot er met de vruchtzetting werden gevolgd. Merkwaardig was hier de veel snellere myceliumgroei die weelderig wollig uitpluisde zowel boven de agar als boven broed en compost. Wanneer men aanneemt dat het dichtgegroeid mycelium van P. bispora een grijze tot grijs-blauwe schijn bezit dan bezit P. hortensis een meer wit-beige tint.

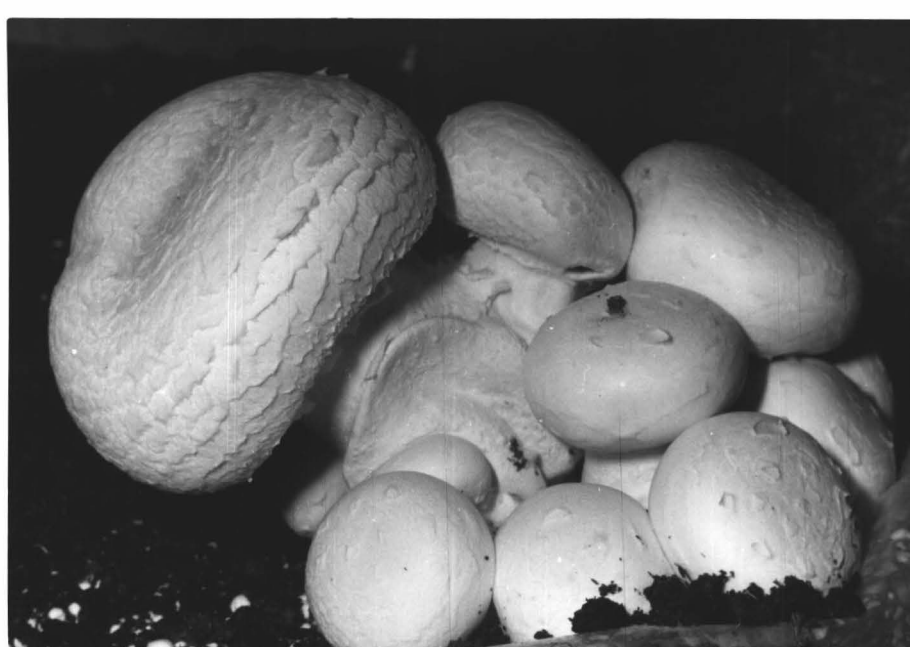


Foto 10: Deze witte Psalliota's verraden hun hortensis-eigenschappen door hun robuuste en schubbe ontplooiing van de hoed met erbij een geleidelijke verdonkering van het hoedcentrum.

De vruchtzetting gebeurt gewoonlijk een drietal dagen vóór deze van gelijk geënte bisporus doch hier is de duidelijke schubvorming een opvallend verschijnsel zowel bij witte als bruine rassen. Het bruin pigment op de hoed is volgens Stoller 1962 hoofdzakelijk melanine. Het is vooral bij de opengegane hoed dat de epidermis schubbig uiteenschuift op witgele onderlaag terwijl het hoedcentrum ongeschubd blijft. De hoedrand en ring zijn hier veel viltiger dan bij bisporus. De vruchtlichamen zijn groter, zwaarder en iets minder talrijk dan dan bij de witte bisporus-rassen.

Stoller (1962) kon via een toediening van mercaptoëthanol (zwavelhoudende ethylalcohol) aan moutextract-agar een uitgesproken groeivertraging bekomen van het hortensis-mycelium (bruin) en hier tegenover een even duidelijke groeiversnelling van het bisporus-mycelium (wit). Dit laat dus toe reeds aan het mycelium de beide stammen van elkaar te onderscheiden. Een ander onderscheid tussen Ps. bispora (wit) en Ps. hortensis (bruin) is dat laatstgenoemde volgens Heinemann et Engels (1953) gevoeliger is aan de toxische werking van salicylzuur zoals dit met A. edulis ook het geval is.

In de literatuur is uiterst weinig te vinden over de oorzaak en vorming van de eensporige basidiën bij deze soort. Het is immers zo dat ook naast de eensporige basidiën ook 30-40 % tweesporige basidiën worden aangetroffen.

Cayley (1936) vond bij bepaalde bruine hortensis-rassen niet alleen éénsporige basidiën doch ook belangrijke procenten met twee, drie, vier en zelfs vijf sporen per basidium. Dit was ook waar bij bepaalde witte bisporus-rassen, doch hier waren geen vijf-spore basidiën waar te nemen. Men is het niet eens over het aantal kernen per rijpe spore bij deze soort, vermits er normaal 8 zouden moeten zijn en men er toch meestal maar 4 terugvindt. In elk geval is de gemiddelde diameter per spore bij hortensis iets groter dan bij bisporus.

4. L E V E N S W I J Z E E N E C O L O G I E I N D E N A T U U R

4.1. Grasziekte of symbiose?

a) Agaricus campestris Fries

Telkenmale wij een nieuw groeioord van deze soort ontdekten werden een paar eksemplaren voorzichtig met een fijne spade uit het weidegazon opgelicht ten einde te onderzoeken waar en hoe diep de myceliumthallus zich bevond.

In 10 % der gevallen vonden wij een myceliumaccumulatie op de aarde onder of naast het vruchtlichaam; voor de rest werd alleen mycelium waargenomen op de graswortels. Een klein myceliumpruikje van $\pm 2 \text{ cm}^3$ is gewoonlijk waar te nemen rond de steelbasis. Dit pruikje is als het ware een nestje in hetwelk talrijke graswortels en myceliumstrengen zijn samengekomen om de opgroei van een vruchtlichaam te verzekeren. Bij de eenjarige mycelium-vestigingen en eveneens onder de eersteling-vruchtlichamen is bijna nooit een mycelium-accumulatie aanwezig, vermits hiervoor meerdere jaren onverstoorde myceliumgroei op gunstig gazonmilieu nodig zijn. Foto 14 (blz. 61) geeft een beeld van het aarde-mycelium bij een oude vestiging.

Wanneer men microscopisch de dunne graswortels in deze zode gaat bestuderen ziet men na kleuring met katoenblauw duidelijk de ingroei van het mycelium in de graswortelcellen. Dit mycelium is ragfijn, het maakt enige kronkelingen of windingen in een wortelcel en groeit dan uit naar een volgende myceliumcel. Ook rondom de graswortels vonden wij een in dichtheid variërende schede van met ca-oxallaat kristalnaalden bezet Psalliota-mycelium (zie foto 11).

Vaak is deze echte weidechampignon opgegroeid met aan zijn voet een weinig mos. Vermoedelijk is de paddestoel er niet omwille van het mos maar komt er wel het mos omdat in een straal van 1 cm rond de steelbasis toch gewoonlijk geen gras groeit en het milieu dan vlug door deze lagere plant wordt ingenomen.

Terwijl het milieu rond de steelbasis vrij is van grasgroei blijkt echter uit de ongestoord weelderige grasgroei in een rijk met P. campestris-bezette weide dat geen macroscopische zichtbare ziektegevolgen zijn waar te nemen; het gras rond de paddestoel staat precies even hoog, bovendien even dicht

en even groen of iets donkerder dan op andere plaatsen.

Volgens Cayley (1934) zou het gras eerder van het mycelium profiteren dan dat het er ziek zou door worden. Lohwag (1941) steunt erop dat ureum geëxkreteerd wordt door het mycelium hetgeen dan ten goede komt aan het gras. Kraft (1951) denkt dat de intensievere grasgroei nabij het mycelium te danken is aan ammoniakale stoffen die door dit laatste worden afgescheiden.

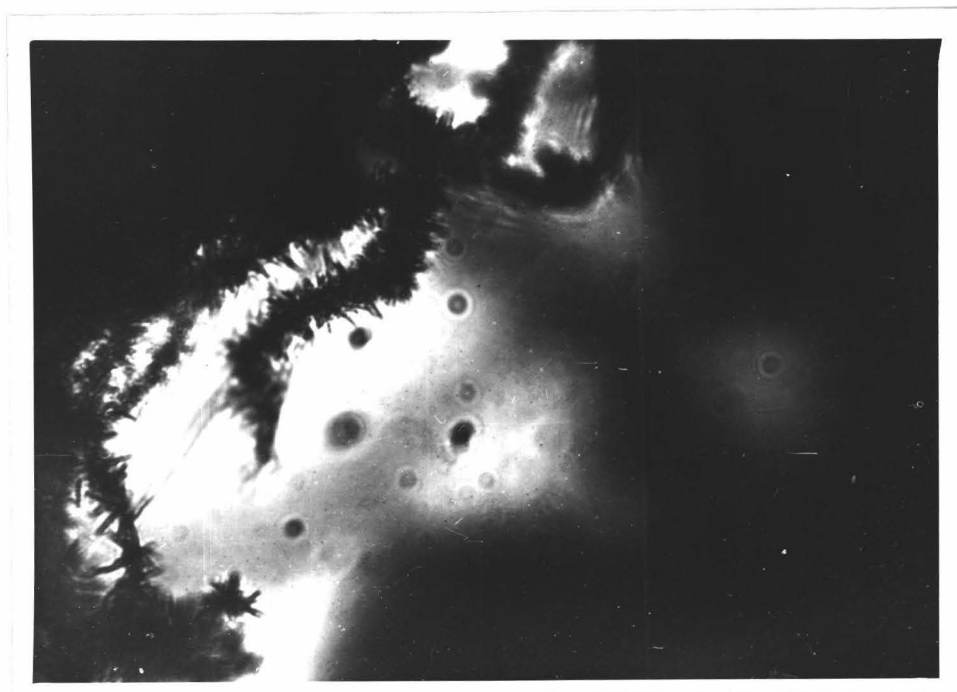


Foto 11: Ziehier het ruime aandeel van het met kristallen bezette P. campestri-mycelium in de rhizosfeer van Lolium perenne L.

Wanneer men soms naast een vruchtzetting van A. campestris in een weide toch ziek gras mocht waarnemen is het zeer belangrijk eens grondig mikroskopisch na te zien of hier geen grasbeschadigende schimmels op wortels of stengels zijn waar te nemen. Het is immers bekend dat schimmels zoals Penicillium sp., Mucor hiemalis, Fusarium culmorum, Mortierella sp., Cladosporium herbarum, Cephalosporium sp., Hyalopus sp., Gliocladium roseum, Papulaspora arundinis, Pullularia pullulans, Paecilomyces sp., Aspergillus sp., Verticillium sp., Oöspora sp. en Heterosporium sp. op en rond de wortels van Lolium perenne kunnen voorkomen (Waid 1957). In bepaalde gevallen komen hier alleen hun exudaten in aanmerking.

Het gaat hier ongetwijfeld om een echte symbiose waarbij de champignon suikers bekomt van een gedeelte der graswortels. Anderzijds kan het mycelium dat rond de buitenwand der graswortels is gewikkeld, door zijn afscheiding van oxaalzuur en andere zwakke zuren eventueel de opname van bepaalde gras-voedingsstoffen bevorderen.

Cayley deelde in 1934 tijdens een voordracht in Londen zonder nadere bijzonderheden haar positieve mening mede over de mogelijke symbiose van A. campestris met graswortels hetgeen een steun is voor onze eigen waarnemingen in dit verband.

De Bulgaar (Torev 1961) vond in het mycelium van A. campestris relatief hoge hoeveelheden hetero-auxine, vitamine B₁- en B₂-exudaten (waarnemingen in vloeibaar kultuurmidden); hetgeen volgens schrijver als groeistimulant voor hogere planten mag aanzien worden. Ook andere, echter nog onbekende, groeistimulerende stoffen zouden aanwezig zijn. In 1965 publiceert dezelfde auteur een artikel "A. campestris as a physiological stimulant of plants".

Tenslotte is er nog een klein gedeelte van het mycelium dat vrij groeit op de aarde en dat wij alleen vinden nabij de steelbasis. Zeer waarschijnlijk vormt dit mycelium de overgang van de vegetatieve fase die zich in en rond de graswortels ontwikkelt, naar de generatieve fase die zich voordoet op wat stikstof- en suikerarme weidegrond nabij de bodemoppervlakte. Dit vrije aardemycelium groeit mogelijks los van de wortelzone nadat de beste grasvegetatieperiode (nl. na 21 juni als de dagen inkorten) beëindigd is en dat meteen het microklimaat voor vruchtzetting gunstiger wordt. Hierover meer bij de bespreking van de levenswijze in vivo. In elk geval geschiedt bij Psalliota campestris een groot gedeelte van de voeding via een symbiose met de graswortels.

b) Psalliota arvensis Schaffer non Fries

Hier belanden wij bij een gazonbewonende Psalliota in de strikte zin van het woord. Wanneer men hier met de spade even graaft onder een vruchtlichaam vindt men steeds een dicht met mycelium begroeide gazonzone beginnend op 15 à 25 cm diepte tot + 5 cm van het bodemoppervlak en horizontaal breed plat uitlopend. Zie foto 12.

Hier gaat het dus niet over een individueel grasstruikje dat met wat Psalliota-mycelium gaat samenleven doch wel over een massale intense doorgroeiing van een ruime gazondikte.

Het mycelium groeit hier zowel op de aarde, als op de dode en levende graswortels. Nochtans ziet men alleen dat nabij de fruktificatiezone het gras wat donkergroener, dichter, en aktiever uitgroeit. De eenjarige geïncubeerde gazonzone is relatief droger dan de niet geïncubeerde.



Foto 12: Een intens met mycelium doorspekt gazon zoals dit bij P.arvensis voorkomt.

Wat zich in het donkergroene gras afspeelt is waarschijnlijk een veel intenser bladgroenverrichting en hiermee samen gaande een veel intenser bladgroenbehoefte omdat meteen moet voorzien worden in de suikers voor het onderzittend champignonmycelium dat hiervoor O.a. ureum in ruil aan het gras afgeeft.

Voor dit proces is tevens meer water nodig, vandaar een beperkte uitleg voor de drogere gazon. De belangrijkste oorzaak voor de droge plaatsen in en onder het geïncubeerd gazon is te wijten aan het feit dat het mycelium zodanig dicht is vergroeid met de bodem dat zelfs bij de grootste regenvlagen, geen druppeltje vocht in de myceliumpaketten kan doordringen. Dientengevolge veroorzaakt arvensis ook geen rechtstreekse grasziekte-verschijnselen doch kan hij wel bij aanhoudend droog weder tot tijdelijke grasverwelking leiden en zelfs soms tot afsterven van bepaalde zodedelen.

Bij dichte myceliumbezetting en droog weder kan dus wel van een fysiologische grasziekte gesproken worden te wijten aan P. arvensis. In een homogeen gazon waar het mycelium zich vrij kan ontwikkelen is het dus mogelijk tijdens de fructificatiefase een verdroogde graszode te onderscheiden naast een zone met gestimuleerde donkergroene grasgroei. De vestiging van de droge zone is gelegen boven de dikste myceliumlagen; langs de ene zijde ervan vindt men het jongste mycelium met vruchtzetting, terwijl langs de overzijde het stillaan wegwijnend oud mycelium is waar te nemen. In sommige gevallen vindt men niet alleen gestimuleerde grasgroei boven het jong mycelium doch ook, hoewel minder, boven het wegterend afgedragen mycelium (zie ook verder bij heksenringen).

Het dient echter, wel opgemerkt dat bij relatief dunne myceliumlagen die meer dan 8 cm onder het maaiveld gelegen zijn er vaak niets van neven-effekt aan de grasgroei is waar te nemen. Ook wanneer het gras zelden wordt afgegraasd, en zeer diep geworteld is, kan nagenoeg niets van de aanwezigheid van bodemmycelium gemerkt worden.

Bij matige myceliumbezetting en bij vochtige zomers zijn macroscopische slechts zeer beperkte negatieve neveneffecten aan de grasgroei waar te nemen. Men vindt alleen een flauwere grasgroei waar het myceliumpakket zeer dik en diep is uitgegroeid. Proeven in vitro met gras bezaaid op een laagje aarde boven geïncubeerd mycelium van meerdere grasbewonende Psalliotias liet ons de buitengewone afiniteit aanschouwen van graswortels t.o. het mycelium en omgekeerd. Men ziet de graswortels zich weelderig vlechten tussen de myceliumkorrels ondanks hier geen aarde tussen het mycelium aanwezig is (zie foto 32).

In P. arvensis zien wij dus een paddestoel die voor een relatief groot gedeelte samenleeft met actieve graswortels en voor de rest vrij intens groeit op de gehele graszode zij het dan maar tussen de 5^e en de 25^e cm diep onder het maaiveld.

Zowel hier als bij P. campestris zien wij in vivo duidelijk een obligate gebondenheid met het levende gras; doch bij arvensis is een lokale grasverwelking en geremde grasgroei zeer goed mogelijk vooral bij droog weder.

c) Psalliota edulis Vittadini

Ook hier werd met de tuinschop gezocht naar de vegetatieve mycelium-thallus hetgeen voor deze paddestoel zeer wisselvallig scheen te zijn. Inderdaad, eenmaal vonden wij niets anders dan wat lichtjes wit beschimmelde graswortels onder de steelbasis waarvan er enkele rechtstreeks met de penrhizomorf aan het vruchtlichaam vergroeid waren (zie foto 13). Een andere maal liep de steelbasis puntig uit op één dikke myceliumstreng die 15 cm diep eindigde op wat mild geincubeerd organisch materiaal; verder kwam het voor dat deze myceliumstreng intens vergroeid was met wortels van Populus canadensis; en tenslotte het meest frekwent, was een vrij flauwe mycelium-groei in de graszode en tevens juist onder de steelbasis, naargelang het substraat. Foto 15 toont een veel voorkomende habitat van deze soort, nl. op geteerde asrijke tuin en stadkompost, doorweven met plantenwortels.

Bij edulis noteren wij dus een symbiose met grassen of houtachtige gewassen doch deze is werkelijk facultatief vermits wij ook vaak P. edulis plukten op bodems die totaal vrij waren van een of ander hogere groeiende plant.

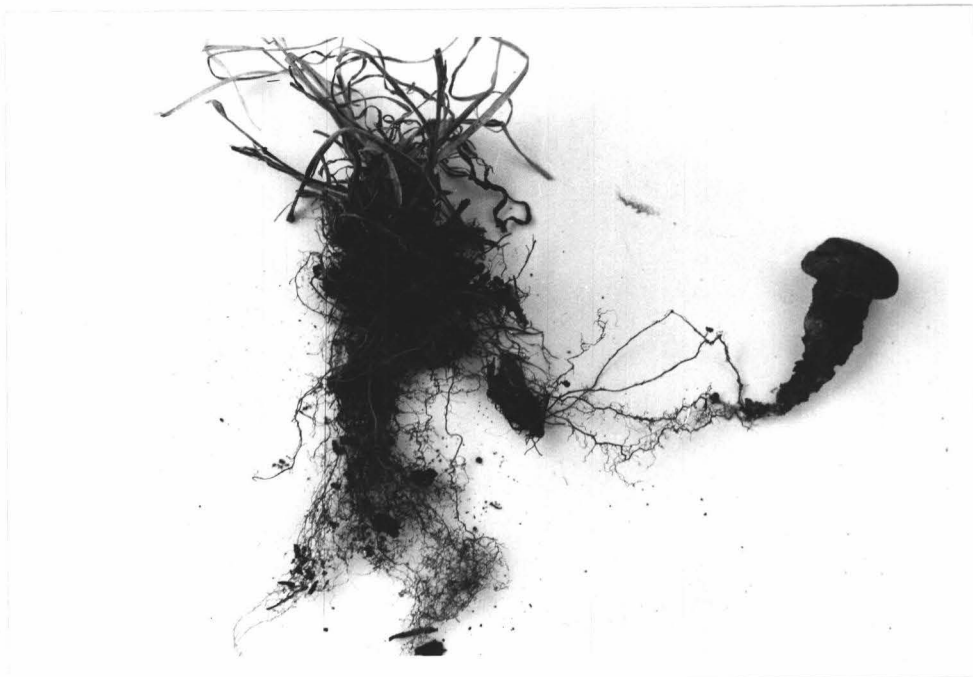


Foto 13: De met aarde omgeven penvormige uitloper van een edulis-primordium gaat geleidelijk over in enige graswortels. De foto werd genomen na droging van het materiaal.

De kans dat het mycelium van P. edulis een grasziekte zou verwekken is uiterst miniem. In weiden ziet men ze meestal enkel op de hardbelopen koe-paadjes langs de afsluiting of ook waar de dieren zich nabij het weidehek ophouden.

d) Psalliota bispora (Lange) Singer

Nog zelden vindt men in onze streken deze zwam in de natuur. Zowel de witte als bruine rassen komen voor op allerlei dood organisch materiaal waaronder hoofdzakelijk dierlijke uitwerpselen, mest, tuinkompost, gerot stro of hooi, verterende dode graszode, soms bladstrooisel, en zelfs op gewone tuin, veld-of weidegrond indien deze maar rijk genoeg is aan organisch materiaal. Ook langs veldwegen en karreslagen waar de dierlijke uitwerpselen na uitspoeling door de regen met het champignonmycelium begroeiden en eventueel met wat modder overdekt geraakten, kan men nu nog af en toe een zeldzaam exemplaar waarnemen. Wanneer men deze soort nu in het weidegras terugvindt hoeft men niet te denken aan een grasziekte, noch aan een symbiose, doch wel aan een vrijlevende sprofiete basidiomycete. Het is niet omdat de witte A. bisporus duidelijk in groeiwijze en basidiënbezetting van de echte weidechampignon verschilt dat deze ook niet in de weiden kan voorkomen. Wij denken hier aan die weiden waar paarden-uitwerpselen, of hooiresten te vinden zijn, ofwel deze die vroeger elk jaar met het kaf (van de dorsmachines) werden bestrooid. Deze substraten zijn immers zeer goed voor de groei van het saprofitaire champignonmycelium.

Uit strikt wetenschappelijk oogpunt bezien is het nochtans niet uitgesloten dat, wegens de grote afiniteit van graswortels t.o. bisporus-mycelium en omgekeerd (zie verder), op een bepaald gunstig ogenblik toch eens enige hyfen in de graswortels gaan binnendringen en er gaan samenleven, hetgeen dan eventueel gaat leiden tot een bisporus die toevallig 4-sporige basidiën krijgt en dus eigenlijk weidechampignon wordt.

Hetzelfde is anderzijds niet uitgesloten wanneer het exogeen rhizosfeer-mycelium van de echte weidechampignon zekere dag contact voelt met een organisch dood substraat dat ongeveer voldoet aan zijn voedselbehoefte en waarop het dan tweesporige vruchtlichamen gaat produceren.

Beide mogelijkheden mag ik hier niet nalaten te vermelden omdat in feite:

- 1) het aantal sporen per basidium bij elk van de hier besproken Psalliota's

varieert van 1 tot 5 (bisporus 80 % 2 sporige en campestris 80 % 4 sporige basidiën) en dat dit aantal kan beïnvloed zijn door het begroeide substraat.

- 2) het niet bewezen is dat de symbiotische heterothallische witte weidechampignon werkelijk nooit kan vruchtlichamen vormen op dood substraat, vermits men tot nog toe in de wereld hoogstens honderd pogingen hieromtrent in reinkultuur uitvoerde terwijl de kans hiervoor misschien slechts één op duizend is en men bovendien hiertoe mogelijks bepaalde bacteriën of andere biologische factoren nodig heeft die men in kunstmilieu slechts bij toeval kan nabootsen. In elk geval is het bij campestris niet de myceliumgroei die in gebreke blijft, wél de prikkel tot fusie van twee ongelijke hyfen die moet leiden tot de vruchtzetting. Immers de meeste proeven geschieden met een multispore-enting zodat in het mycelium vermoedelijk steeds zowel positieve als negatieve hyfen aanwezig zijn.

e) Psalliota hortensis Cooke sensu Essette

Relatief frekwenter dan P. bispora vinden wij deze meer robuste cultuurchampignon nog terug in mild bemeste tuinen en serren. Hoewel deze soort bij ons even zeldzaam is als bisporus konden wij toch vaststellen dat de bruine en witte hortensis-rassen zonder meer saprofietair leven op de meest diverse organische substraten. Zo vonden wij het bruine hortensis-eksemplaar in een oude druivenserre gegroeid op een klein handvol konijnemest vermengd met wat tuinaarde. Hier is dus ook geen sprake van grasziekte of symbiose.

Men kan echter begrijpen dat sommige weideplaatsen waar de dieren zich 's nachts ophouden en waar heel wat uitwerpselen met het gras en molshopen vermengd worden, eveneens een gunstig groeioord voor deze soort uitmaken.

Cayley (1934) kon bij deze soort en ook bij bisporus de ingroei van mycelium op graswortels in vitro waarnemen, hetgeen ons intens laat vermoeden dat dit in de natuur ook voorkomt en dat dus beide geteelde soorten ook de symbiose met gras of andere zelfs houtachtige-gewassen kunnen beoefenen.

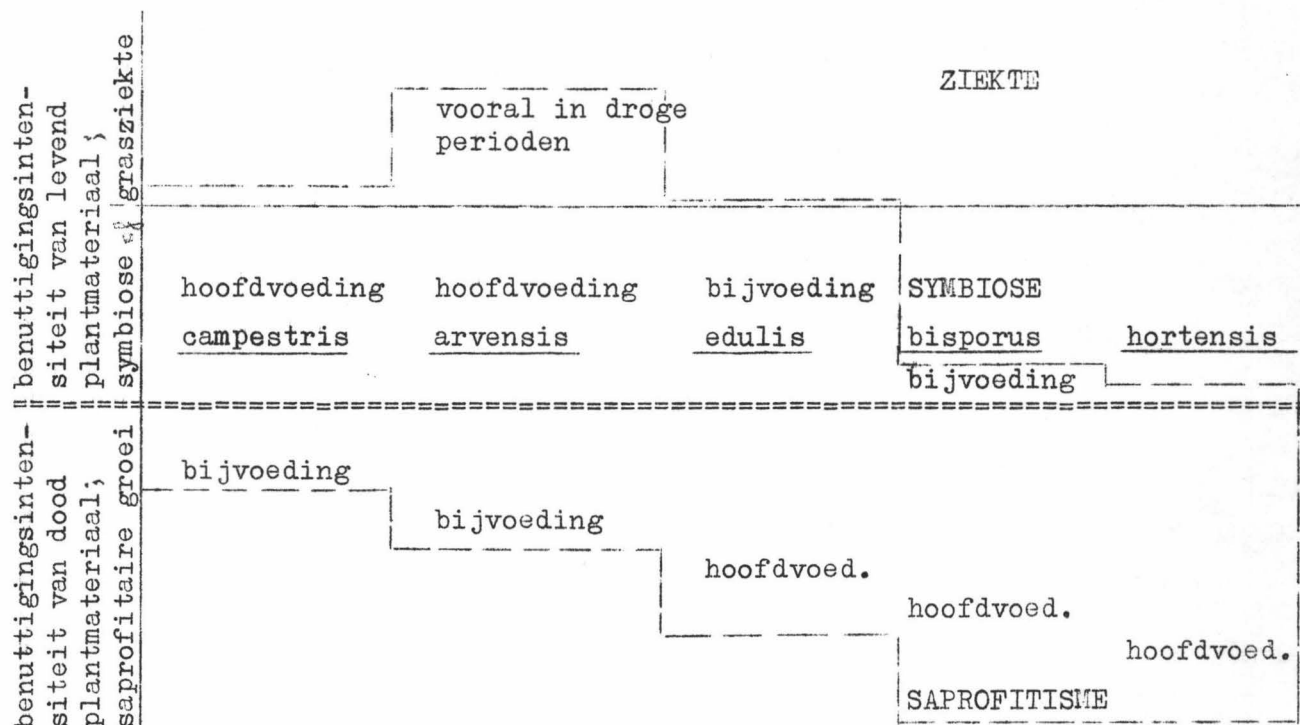
f) Comparatieve grafische voorstelling voor de vijf soorten (zie fig. 2)

Fig 2: vergelijkende grafiek over de voedingswijze van de vijf bestudeerde obligaat of fakultatief grasbewonende soorten.

Indien wij in opgaande ordinaat de benuttigingsintensiteit uitzetten van levend plantenmateriaal, en in neergaande ordinaat de benuttigingsintensiteit van dood plantenmateriaal (In absis worden de bestudeerde soorten aangestipt); de hoger besproken voedingseigenschappen nauwkeurig in acht nemend, bekomen wij voor elke soort een voedingsvlak dat naargelang de levenswijze geheel of partieel deel uitmaakt van het ziekteverwekkend symbiotisch of saprofitisch domein.

P. campestris doet nagenoeg uitsluitend aan symbiose, met eventueel aanvullende saprofitaire voeding, terwijl het ziek maken van grassen uiterst zeldzaam is. Bij *arvensis* zijn behalve de normale symbiose zowel ziekteverwekkende als saprofitaire eigenschappen meer uitgesproken.

P. edulis kan het best stellen zonder levende plantwortels doch benut deze vooral in bodems die arm zijn aan organisch materiaal.

P. bisporus en *hortensis* groeien normaal totaal saprofitair hoewel in zeldzame gevallen levend materiaal zowel endogeen als exogeen kan benut worden.

Deze figuur illustreert tevens de mogelijkheid dat overgangsvormen tussen de vijf soorten in feite niet uitgesloten zijn; tal van auteurs delen deze mening.

4.2. Levenscyclus in vivo

A. Van spore tot vruchtzetting

Van de vele miljoenen sporen die door een paddestoel worden afgegeven krijgen er mogelijks slechts 2 % de kans om te kiemen en van deze 2 % zijn er vermoedelijk dan nog 1,8 % die na kieming in ongepast of verstoord milieu teloor gaan. Een zeer gering aantal kan dan na kieming wat verder groeien, en een mycelium-thallus ontwikkelen doch ook deze thallus wordt vaak aangevreten door allerlei ongedierte of geparasiteerd door lagere schimmels, bacteriën of virussen. Volgens meerdere auteurs (o.a. Haarer 1955) kan de kiembaarheid van een Psalliota-spore ten eerste gestimuleerd worden nadat deze door het darmkanaal van een veldier (paard, koe, schaap, haas, konijn) is gegaan. Dit aspect is niet uitgesloten vermits de champignonsporen maar hun kiemkracht verliezen vanaf 50° C en dat hun dikke wand zeer resistent is tegen alle mogelijke vochtige milieu's.

Zoals verwacht neemt de kiemkracht der sporen geleidelijk af met de tijd; vooral temperatuur-en vochtwisselingen zijn hiervoor verantwoordelijk want koud en droog bewaarde sporen kunnen meer dan 10 jaar kiemkrachtig blijven.

Heel wat sporen kiemen reeds enige dagen of weken nadat zij het vruchtlichaam hebben verlaten; dit is dus tussen juni en oktober; andere kiemen pas na de winter van zodra de eerste lentezonnestralen de bodem verwarmen. Deze welke kiemden tijdens de zomer geven reeds vroeg in 't volgend voorjaar, sommige vanaf 15 mei, hun vruchtlichamen. Deze die pas in 't voorjaar kiemen hebben slechts in de late herfst voldoende mycelium gevormd opdat een volwassen vruchtlichaam zich zou kunnen ontwikkelen. Men mag rekenen dat \pm 100 cc geïncubeerd substraat nodig is voor een vruchtlichaam van 10 g.

Dit minimum volume geldt zowel voor het macroscopisch onzichtbaar endogeen of exogeen symbiotisch graswortelmycelium als voor de duidelijk waarneembare witte myceliumaccumulaties op het gazonaarde. Het geldt tevens voor de soorten die eventueel hun volledige ontwikkeling op mest of ander organisch materiaal doormaken. Welke ook het met mycelium begroeid substraat weze, het is na de incubatie steeds bleker dan tevoren.

Wij konden waarnemen dat bij sporenkieming vóór de winter nog een intense myceliumgroei plaats grijpt tijdens nazomer en herfst en zelfs bij zachte winterdagen. Na de winter herneemt het steeds vorst-resistente mycelium zijn groei en dan volgt stilaan de vorming van myceliumstrengen die bij de bodemoppervlakte de fructificatie-primordia voeden. De sporen die onmiddellijk kiemen na 't rijpen van een paddestoel hebben dus heel wat vóór ten opzichte van deze die eerst moeten overwinteren vooraleer zij toevallig via kleine translocaties door regen, wind of dieren op het hun passend voedzaam substraat konden terecht komen.

Het mycelium kan een totale (bv. bij *P. campestris*) of een partiële bv. bij *P. arvensis* en *P. edulis*) symbiotische fase doormaken, ofwel uitsluitend symbiotisch (bv. *P. campestris*) of gelijktijdig symbiotisch en saprofytisch leven (zoals soms *P. arvensis* en *P. edulis*); het kan ook totaal vrij saprofytisch ontwikkelen (*edulis*, *bisporus*, *hortensis*), doch steeds wordt deze fase van de levenscyclus gevolgd door vruchtzetting als aan een van volgende voorwaarde is voldaan:

a) het mycelium moet eerst diploïed zijn: dit is geen probleem bij de homothallische soorten zoals *P. bisporus* en *A. hortensis*, terwijl bij *A. campestris*, *A. arvensis* en *A. edulis* een fusie van negatief met positief mycelium nodig is. Figuur 3 geeft ons hiervan een overzicht.

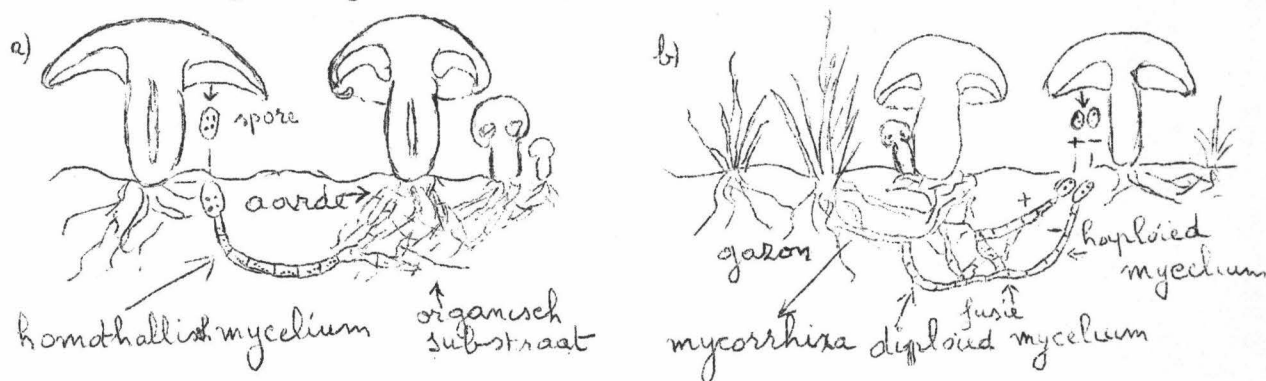


Fig. 3: Schema van de levenscyclus.

a) in geval van vrije saprofitaire groei en homothallisme

b) in geval van symbiose en heterothallisme

b) in geval van symbiose

- het gras is afgemaaid of afgegraasd en door de verminderde bladgroenverrichting worden geen suikers meer naar de wortels overgebracht voor het endogeen (endotroof) mycelium en anderzijds is ook het saptransport van wortels naar grashalmen geblokkeerd.

Het exogeen (ectotroof) mycelium vormt dan nabij de bodemoppervlakte een erwt-groot myceliumvlokje dat tot paddestoel kan uitgroeien.

- het gras is niet gemaaid doch de dagen worden korter en kouder; een analoog proces treedt hier dan op als bij de afgrazing of maaing; de vruchtzetting kan ook geprikkeld worden door plotse regenvlagen of andere bruuske wijziging in de weersomstandigheden; ook de vorming van morgendauw begunstigt hier de fructificatie en beschermt de jonge vruchtlichamen tegen uitdroging.

c) in geval van vrije saprofietaire groei:

- het door myceliumgroei veroverde substraat is begrensd door een arme bodemzone, gelegen naast of boven het geincubeerd substraat; het mycelium vormt erin knoppen en vruchtlichamen van zodra de bodemtemperatuur 6°C of meer is geworden onafhankelijk van het seizoen doch niet in de winter.

- het beschikbaar substraat is niet begrensd doch het weder wordt stilaan kouder, en donkerder of vochtiger. Deze omstandigheden bevorderen de vruchtzetting.

d) in geval van symbiose gepaard met vrije saprofietaire groei:

- Hier gelden dezelfde fructificatievoorwaarden als in a, b en c.

Men mag aannemen dat in elk van deze gevallen de fructificatiepotentie evenredig toeneemt met de jaarlijkse hoeveelheid geincubeerd substraatmycelium.

e) Hoe en wanneer vruchtzetting?

Het weze hier opgemerkt dat het steeds zó is dat de primordia bij droog, koud, of zonnig weder iets dieper (tussen 6 en 4 cm), en bij vochtig, warm, bewolkt weder iets ondieper (optimaal tussen 4 en 1 cm) onder het bodemoppervlak worden gevormd, en dit is ook de plaats waar men bij het volwassen vruchtlichaam de steelbasis terug vindt. Foto 14 toont ons de optimale vruchtzetting van P. campestris.

Hoger vermelde beschouwingen in acht nemend kan men dus elk jaar de eerste Psalliota's waarnemen ten vroegste vanaf 1 april en ten laatste tot 15 december. Omstreeks deze uitersten vinden wij gewoonlijk het minst champignons terwijl zij meest frekwent voorkomen tussen 1 juli en 1 oktober.

Einde cyclus: eens dat de vruchtlichamen gerijpt zijn en sporen geven, sterven zij rottend af of verdrogen ter plaatse, terwijl de miljoenen sporen die werden afgegeven ergens toevallig, na verspreiding door wind en dieren, bij voorkeur met vele samen gaan kiemen in een gunstig milieu om dan terug dezelfde cyclus te herbeginnen.

B. Mogelijke voedingswijze in vivo

1) Algemeen:

Bij gebrek aan fotosynthese hebben de gras-Psalliota's zoals alle paddestoelen, een hoge behoefte aan koolhydraten. Bijzonder voordelig voor hun leefbaarheid is het feit dat zij bij gebrek aan enkelvoudige suikers ongeveer evengoed allerlei complexe koolwaterstofverbindingen zoals zetmeel, cellulose, hemicellulose enz. via zuurafscheiding of enzymenwerking kunnen assimileren. Verder zijn de diverse organische stikstofverbindingen van het allergrootste belang. Zijn koolstof en stikstof in goede verhoudingen, is de bodem vooral arm aan anorganische stikstof, dan kan men met de in de bodem aanwezige fosfor, potas, kalk en diverse bodemzouten reeds een goede myceliumgroei verwachten.



Foto 14: Optimale fructificatie van P. campestris, hier gevoed door mycorrhiza een aarde-mycelium.

2) Voedingsstoffen opneembaar in geval van symbiose

Zowel het dicht exogeen champignonmyceliumnet dat zich als een gainie uiterst innig rond de graswortels windt, als de ontelbare endogene hyfen die men in de dunne vitale graswortels kan waarnemen, profiteren ongetwijfeld van de rijke gamma stofwisselings-residu's die men bij de Gramineën terugvindt.

Het exogeen mycelium bekomt alleen hetgeen de levende graswortels exuderen, terwijl de endogene hyfen bovendien nog gedeeltelijk de niet exudeerbare planteigen stoffen kunnen benutten. In feite vonden wij steeds exogeen mycelium daar waar endogeen mycelium was, doch het omgekeerde van deze regel kan hier niet veralgemeend worden.

Het is bekend (o.a. Rovira 1965) dat in de exudaten van gramineën naast glucose, fructose, xylose, rhamnose, oligosaccharide; ook een tiental aminozuren waaronder leucine, valine, glutamine, asparagine, serine, glycine en tyrosine werden waargenomen. Ook vitaminen (thiamine en biotine); organische zuren (azijnzuur, boterzuur, propionzuur); en enzymen (amylase, protease) werden in de rhizosfeer van bepaalde gramineën waargenomen.

In heel de levende wereld is de afzetting van stofwisselingsresidu's nagenoeg even noodzakelijk als de voeding zelf. Zo kan men begrijpen dat het champignonmycelium, dat mogelijks nog sneller dan de bodembacteriën de meeste van deze graswortel-exudaten weet te verwerken in zijn groeiproces, in feite de grasgroei begunstigt. Als men nu weet dat anderzijds een van de exudaten van champignonmycelium ureum is dan kan het gras zich o.a. met dit exudaat voeden.

Ook kan de grasgroei bevorderd worden omdat het mycelium tevens veel oxaalzuur afscheidt hetgeen moeilijk oplosbare bodemzouten oplosbaar maakt voor de graswortels. De voedingsbelangen zijn hier dus wederzijds. Meermaals vonden wij in de natuur afzonderlijke grasstruikjes die slechts voor 2/3 van de bovenwortelzone (tot 25 cm diep) met campestris-mycelium waren omgeven terwijl anderzijds $\pm 1/10$ van het mycelium vrij op de bodem uitgroeide. Hogere en lagere plant zoeken dus vrij in de bodem wat zij bij elkaar eventueel niet vinden en omgekeerd.

3) Voeding bij saprofitaire groei

Hier vindt de thallus zijn koolwaterstoffen in allerlei organisch bodemmateriaal. Het valt op dat Psalliota-mycelium in staat is om reeds te groeien op gras dat pas een dag gemaaid is en even goed op hooiresten die na een regenbui tegen de weidegrond zijn gekleefd. Ook allerlei gestapeld al dan niet gefermenteerd plantenmateriaal kan een groeibodem betekenen voor saprofitaire champignonmycelium. De aminozuren zijn hier afkomstig zowel van plantaardige en bakteriële eiwitten, als van vloeibare en vaste dierlijke uitwerpselen.

Gewoonlijk is een rijke gamma aminozuren aanwezig doch reeds enkele volstaan om een goede myceliumgroei te bekomen (zie eigen proeven over culturen op vloeibare bodems in volgend hoofdstuk)

Ook voor minerale zouten, bodemvitaminen en enzymen zijn normaal geen voedselgebreken hoewel echter maar toevallig de gewenste verhoudingen van deze stoffen voorhanden zijn.

4) Voorkeurbodems

Indien het Psalliota-mycelium zomaar te voeden was met enige suikers, aminozuren, mineralen en wat vitaminen, dan zou géén weide zónder paddestoelen te vinden zijn. Het is echter zo dat ook op bodems met perfecte mycelium-gunstige chemische samenstelling vaak nog geen enkel paddestoel wil groeien.

Opdat een goede mycelium-incubatie in een bodem mogelijk weze is tevens gewenst:

- voor P. campestris en P. arvensis:

voldoende kalkhoudend; pH hoger dan 5,5; bodemtemperatuur minimum 7° C; ruim poriënvolume; liever vaste dan losse grond doch goed vochtdoorlatend; arm aan minerale stikstof en zuurwerkende meststoffen; regelmatig begraaasd of gemaaid voor de campestris-soorten; jaarlijkse weidebemesting met gier; bodemvochtgehalte tussen 20 en 40 %; liefst licht of matig afhellend bodemniveau zoniet goed natuurlijk of kunstmatig gedraineerd, relatief arm aan myceliumbeschadigende insecten, mijten, aaltjes, pissebedden, duizendpoten, slakken, enz.

Warcup (1951) telde voor P. arvensis 200 maal talrijker leefbare myceliumkolonies gebonden op humusdeeltjes dan op vrij gegroeid mycelium; dit na een verdunning van 500 maal; waaruit het belang blijkt van humus voor de vitaliteit van arvensis-mycelium.

- voor P. edulis, P. bisporus en P. hortensis: bemesting met stalmest; dierlijke uitwerpselen; plantresten of ander organisch materiaal moet beschikbaar zijn; bovendien gelden hierbij de voorkeur-elementen geciteerd bij campestris en arvensis. P. edulis houdt van allerlei verteerd asrijk organisch materiaal liefst doorweefd met allerlei plantenwortels (zie foto 15).

Wij vonden zowel vruchtlichamen op zandgrond-weiden als op leem-of kleigrond, hoewel eerstgenoemde gevoeligst zijn aan de intensivering van de weiduitbating zoals chemicaliën en mechanisatie.



Foto 15: Enige knoppen van P. edulis waarvan de myceliumthallus zich vestigde op asrijk organisch materiaal doorlopen met gras en populierwortels.

In sommige weiden met homogeen grasbestand vonden wij een even intense champignon groei als in gemengde grasbestanden. De bestudeerde soorten zijn dus niet gebonden aan één bepaalde bodem-of grassoort.

4.3. Groeimilieu en vindplaatsen

a) P. campestris

Het milieu bij uitstek is hier de weide en wel in het bijzonder de kort begraasde weide omdat in deze laatste het meest de groei remming door het wortelkompleks wordt aangevoeld, hetgeen de opstijging van voedingsstoffen uit de wortels blokeert, waardoor de vruchtzetting gestimuleerd wordt.

In dit verband zijn de paardenweiden de beste omdat het paard zeer diep de laatste graspijltjes uit de zode rukt; het is dus niet omwille van de uitwerpselen dat paardenweiden geprefereerd worden door de symbiotische witte weidechampignon (zie foto 16).

Verder zijn op koe-en schapenweiden ook vaak deze champignonsoorten terug te vinden. Men vergeet niet dat voor de normale groei van de weide-champignon het gras periodisch moet beweid of gemaaid worden.



Foto 16: In deze kortgegrasde paardenweide kan de vruchtzetting van P. campestris mild geschieden; zij vormt hier een mooie heksenboog.

Naast dit aspect speelt de helling een grote rol. Zeer vlakke laag gelegen weiden zijn vaak een minder goed milieu vermits het percolerend regenwater de weerstand van het mycelium verzwakt t.o. bacteriën en aaltjes, terwijl bovendien de nadelige chemische meststoffen via dit water met het mycelium in contact komen. De plaatsen die ondanks zulke ongunstige factoren hun jaarlijkse champignonflora konden vrijwaren zijn de zeldzame arm chemisch bemeste heuvelweiden van het Vlaamse en Waalse land, doch vooral de ongestoorde bergweiden in de Ardennen. Ook de begraasde of gemaaide oevers van beken en rivieren zijn soms nog ongestoorde groeioorden voor deze zwam.

Bepaalde chemische meststoffen zijn niet alleen rechtstreeks schadelijk voor de sporenkieming en mycelium, doch bij een rijk chemisch gevoed gras wordt de symbiose niet meer nuttig zodat het champignonmycelium dan als het ware wordt afgedankt; het evenwicht in wederzijds geven en krijgen is dan immers verstoord.

De voornaamste vindplaatsen zijn:

- ecologisch: weiden; grasperken; grazige plaatsen van schaapkudden; in gras onder Salix, Populus en Craetegus; bosranden; in korenvelden; dikwijls in arme of hooggelegen weilanden; pampa's en steppen.

Smith (1958) schrijft: "it fruits in pastures and meadows from sea level to high in the mountains".

Murrill (1922) zegt: "A. campestris is cosmopolitan"; Jacottet (1964) vond specimen in de bergen op 2450 m hoogte. Singer (1962) vermeldt de enorme soortenrijkdom van Agaricus (o.a. A. campestris) in de prairies van N. Amerika, de Pampa's van Z. Amerika en in de Zuid-Aziatische steppen.

- Aardrijkskundig: Pepingen bij Halle 1968 (R.B. en J.P.); Ciney en Marbais 1969 (J.P.); Schelderode bij de molen 1958 (J.P.); Merelbeke scheldemeersen en Lemberge 1967-1970 (J.P.); Paulatem 1969 (J.P.); Ooidonk 1967 (J.P.); Drongen 1967 (J.P.); Haeren, Ruysbroeck (Bommer et Rousseau 1879); Melle 1939-1948 (J.P.); Drongen 1969 (J.P.).

NordWestl. Aue und Taucha, Steinbruck (Buch 1952); 29 vrl. in heksenrink te Akron, Columbia in juni 1906 (Schantz and Piemeisel 1917); Chateau-Renault, 28 km van Tours - 1968 (J.P.); Thennes bij Amiens 1968 (J.P.); Groenland (Lange 1959); Altiplano-America (Singer 1964); Tour Sallière op 2450 m - (Jacottet 1964); Rusland (Thymas 1965); Wood County and Chillicothe (Hard 1961); South-West Surrey (Swanton 1901); Italy and Greece (Anonymus 1901); Colorado (Overholts 1919); Japan (Kawagoe 1924-26); New Mexico, Pecos (Standley 1916); Dijon, Auxois (Bourgeois 1963); Arkville New York (Murrill 1916); Bermuda 1938 (Seaver & Waterston 1940); Denemarken 1931-1950 (Möller 1951); New Florida (Murrill 1938); Pacifische kust, Washington, California, Alaska, Nohara, Kadiak (Murrill 1912); New York (Anonymus 1920); Noord America (Murrill 1918); Cape (Pearson 1950); near Moscou (Klushnikova 1939).

b) P. arvensis

In tegenstelling met campestris zijn het hier bij voorkeur de braakliggende graslanden, de graskanten, en de weinig begraasde gedeelten van weilanden zoals de lommerzones naast hoge hagen en onder weidewilgen, die in hun gazon met intens arvensis-mycelium zijn doorwoekerd.

De robuuste witte hoeden ziet men dan ontluiken tussen het relatief hoge gras, terwijl bij campestris het kleine vruchtlichaam nauwelijks zijn steel kan verstoppen door enige grasstoppels van de begraasde weide. Vooral de droogste gazons, zandleem-tot kleigrond zijn gegeerd; men vindt er dan de dichte harde myceliumkoeken (zie foto 12) die men maar zeer langzaam kan vochtig maken. Dikwijls vindt men de vruchtlichamen precies op de overgangszone tussen geincubeerd en ongeincubeerd gazon (zie foto 17).

Voornaamste vindplaatsen

- ecologisch: op oud grasland ook al wordt het gras niet regelmatig afgegraasd of gemaaid; graskant of met gras begroeid braakland; rivieroeveren en slootkanten; vaak onder bomen vooral geassocieerd met weidewilg; achter windhagen van els en meidoorn en ligustrum, nabij hooioppers; naast koe-,schaap- of geit-uitwerpsels in gras; in tuinen aan de voet der bomen, ook in bossen tussen struikgewas en in open plekken van loof- en naaldwoud; "Jauchegedüngten Wiesen und Baumgärten", volgens Rick (1961).

- aardrijkskundig: Ooidonk 1968 (J.P.); Lemberge-Merelbeke hoeve Dirieck en weide Brackman (J.P. 1969); rond Gent, Veurne en Adinkerke (Kickx 1867); Villers, België (Bommer et Rousseau 1879); Lokeren in grasperk (J.P. 1970).

Frans Juragebergte te Ain; streek van Parijs; Zwitserland-Plateau en Jura, Montbéliard (Konrad et Maublanc 1948); Groenland (Lange 1959); La Neuville aix Bois, Marne France 1968 (J.P.); Berthaucourt lez Thennes, Somme Frankrijk 1962 (J.P.); Victoria (Hyam 1946); Skokholm Island, Bird observatory, Neck (Parker-Rhodes 1954); Worcestershire (Carleton 1924); Wood County and Fayette County, Ohio (Hard 1961); Zweden (Murrill 1914); Mountain Manzanita op 8000 voet 1941 (Bridge Cooke 1955); Attergau in Oberösterreich (Ricek 1961); Marokko 1952 (Heinemann 1965); Cape (Pearson 1950).

c) P. edulis

De eerste beschreven groeiplaatsen waren de spleten van geplaveide en met onkruid begroeide straatkanten of goten van Astoria te Long Island in 1885.

Zij werden opgetekend door Peck die aan deze soort zijn naam verbond (Atkinson 1915). Het betreft hier ongetwijfeld een zwamsoort die met uiterst weinig bodemverluchting nog een zeer goede myceliumgroei verwezenlijkt en dit in de meest heterogene bodems met een zeer gevarieerde begroeiing.

Deze zwam doet het werkelijk met een minimum aan voedingsstoffen die wellicht zeer rationeel worden aangewend. De incubatie van de bodem geschiedt zeer langzaam doch vangt reeds aan begin maart al is er een sneeuwbedekking en kan aanhouden tot begin december. De opgroeisnelheid van mycelium en vruchtlichaam is steeds evenredig met de bodemtemperatuur. In een relatief rijke bodemzone woekert het fijn mycelium zeer intens en groeit eventueel met een zeer klein aantal dikke myceliumstrengen doorheen een arme bodemzone om terug dicht en fijn mycelium te vormen in een ander voedzaam milieu.

Zo belandt de thallus van deze zwamsoort vaak onder een verhard wegdek en indien dit slechts grint of asfalt is kunnen de zeer hefkragtige vruchtlichamen er zich wel opwaarts doorheen werken en breken soms een opening doorheen een 10 cm dikke asfaltlaag. De vruchtlichamen komen dan ietwat geplooid aan de oppervlakte omdat de jonge hoed in feite door een zekere wigvormigheid de hoogste stuwkracht bekomt. Zo vindt men in de literatuur talrijke voorbeelden van *edulis*-vruchtlichamen die tot ieders verbazing het wegdek doorboorden (zie vindplaatsen *edulis*).

P. edulis is niet alleen de stad-en straatchampignon; hij is tevens de wandel-of jagerspadchampignon. Zowel op de hard getrapte plaatsen bij het weidehek als rond de drinkbakken van het vee is hij niet vreemd.

Ziehier nog enige nadere bijzonderheden over de vindplaatsen

- ecologisch: dreven en stadlanen; parkings; siertuinen; weiden en braakland; graskant; dijken; duinen; landwegen; karreslagen; aan de voet van komposthopen; terreinen opgehoogd met huisafval en as; open plaatsen in bos; en jagerspaden nabij de bosrand; onder sierstruiken; grintpaden; spleten in geplaveide voetpaden en open afvalwatergoten; aan de voet van solitaire bomen meest in steden en dorpen of rond hoeven; aan de rand van met bitumen belegde wegen; kalk-of ashoudende gronden; jaarlijkse circusterreinen; tussen straatstenen al dan niet met een weinig gras begroeid; uitzonderlijk in naalddwoud; randen van belommerde serrewegeltjes.

- aardrijkskundig: opgehoogde Drongense weiden, Oost. Vl. (J.P. 1964 -1970); Vlaanderen (Kickx 1867); Dresden + 1950, asfaltlaag oplichtend (Frieze 1952); Südfriedhof, am alten pavillon (Buch 1952); Alpes-Maritimes (Moyen 1900); Ithaca N.Y. 1914 (Atkinson 1915); Richmond, Surrey, 30 mei 1950, ook Branton, North Devon in 1949 (Pearson 1952); Great Plains langs Pacific Coast (Smith 1958); Wabash College, Crawfodsville Indiana (Bechtel 1933); Tirol, dikke asfaltlaag (Bondertsev 1952); kusten van Noord-en Oostzee (Horak 1959); Tarn (Bel 1889).

d) P. bispora

In de recente literatuur is er zeer weinig over het natuurlijk groei-milieu van deze zwam te vinden. Alleen de oude vorsers zoals Bonnefons - (1651), De Tournefort (1707), Callow (1831), Kickx (1867), Quélet (1886), Leuba (1947), Konrad et Maublanc (1948) enz.. wisten het natuurlijk voorkomen aan te stippen in frekwent door paarden bezochte weiden of andere plaatsen waar uitwerpselen van deze dieren te vinden waren. Wahl (1950) zegt "it appears in groups on compost piles or pastures".

Bels (1958) meldt in zijn handboek hoe men rond 1800 in karreslagen, molenpaardentreksporen en rond mesthopen, wit beschimmelde paardevijgen ging verzamelen om deze in gefermenteerde mest over te enten en daarna de witte champignons te kunnen oogsten. Men mag niet vergeten dat ook de paardevijgen afkomstig uit de specifieke paardenweiden hiervoor in aanmerking komen. Volgens Lachaume et Bellair (1949) werd ook oud myceliumhoudend substraat uit meloenbedden of van oude mesthopen gebruikt voor de cultuur.

Even primitieve doenwijzen waren deze van Bonnefons (1651) die het spoelsap van de Franse meloenbedchampignons over een muilezelmesthoop uitgoot; van De Tournefort (Frankrijk 1707) die eerst de verse vijgen uitplantte in openlucht-mestbedden om ze wit beschimmeld te krijgen; alsmede van de Engelse Callow (1831) en Linden-d'Hoogvorst (1875) die de mestbedden met "brick spawn" (= gedroogde geperste myceliumblokken van paardemest + leem + koemest of houtas) entten. Deze oude methoden duurden tot in 1894 toen Constantin en Matruchot voor 't eerst echt laboratoriumbroedwit maakten via een sporenzaaiing.

Deze beschouwingen laten ons toe te bevestigen dat het natuurlijke groeimilieu van P. bispora zeker en vast gebonden is aan bepaalde dierlijke uitwerpselen liefst van paarden (of de mest ervan), doch ook op graszodelen bedekt met koëuitwerpselen. Dus kan men deze zwam verwachten op alle mogelijke plaatsen waar dit substraat kan terecht komen, dus zeker en vast ook op belommerde weideplaatsen waar de uitwerpselen niet te vlug uitdrogen; en in veld of tuin na bemesting met paardemest.

Men vergete echter niet dat ook ander organisch materiaal kan benut worden, zoald dood gras, stro; dood loof van aardappelen, tabak, tomaten, erwten, bonen, mais en van diverse gewassen.

De oude auteurs wilden dus aan de witte bisporus een volledige gelijkenis toekennen met de witte campestris, o.m. omdat de champignonschimmelhoudende paardevijgen o.a. ook in door paarden bezochte graas-plaatsen gevonden en verzameld werden en als 't lukte mooie witte (weide) champignons gaven op hun mestbedden.

Enige moderne vorsers geven hen nog steeds een mogelijke groeiplaats in de weiden als tweesporige niet symbiotische zustersoort van de weidechampignon (Maublanc 1959. , Hennig 1964), hetgeen de meest voor de hand liggende oplossing is. Andere recente auteurs werden aanhangers van het voorstel van Lange die in 1926 de witte bisporus wil doen doorgaan als een var. van de bruine P. hortensis Cooke met dewelke hij P. bispora Lange als synoniem wil maken; doch waarvan men ook niet de weide of graskant als mogelijk groeioord durft tegenspreken. Hoe het ook weze, men moet toch wel redenen gehad hebben om gedurende bijna driehonderd jaar de witte bisporus als een weidechampignon (P. campestris) te aanzien; en die reden is dat het o.a. de witbeschimmelde paardevijgen waren (die men in de nabijheid van die witte weidechampignonsoort wegnam om in de geprepareerde bedden te plaatsen) die dan na een tijd de witte niet symbiotische (weide-) champignons produceerden.

Een mogelijk groeimilieu van de witte bisporus is dus o.a. de weide. Men mag hier zelfs volgende bedenking aan toevoegen: indien bisporus niet kan voorkomen op grazige plaatsen, doch alleen in tuinen, komposthopen, karresporen, bemeste plaatsen enz., waar heeft hij dan gegroeid vooraleer de mens de stalmest verzamelde, de tuinen bemeste en kompost-hopen maakte?

Of is de witte bisporus er gekomen precies op de dag dat de eerste karresporen op de veldwegen achterbleven?

opmerking: Heel wat van de pas geciteerde gegevens omtrent P. bispora zijn eveneens geldig voor P. hortensis.

Nadere analyse der vindplaatsen

- ecologisch: in broeibedden voor warme teelten (bv. meloenteelt) in serren of in open lucht; in bemeste druivenserren; komposthopen van diverse samenstelling, paardenstallen en andere veestallen die in de zomer leeg staan; bepaalde hooi-en graasweiden, grasperken met ingedolven stalmest; dier-schutplaatsen in weiden.

- aardrijkskundig: Melle, druivenserre, tomatenserre, konijnenmesthoop (J.P. 1957-63); Merelbeke op oud siergrasperk (R.L. 1969).

La Neuville aux Bois, Marne (Frankrijk) naast koekribbe (J.P. 1955);

St. Paul, Minnesota (Wahl 1950); Israël (Kenneth and Wahl 1953).

e) P. hortensis

Deze schubbig facultatief grasbewonende champignon is in vergelijking met bisporus veel minder afhankelijk van de aanwezigheid van paardemest onder meer wegens zijn snellere myceliumgroei en zijn minder eisenheid t.o. het beschikbaar organisch materiaal. Dit sluit niet uit dat men ook deze niet origineel heeft weten groeien op en overplanten met, beschimmelde paardevijgen en paardemest. Nochtans is hortensis meer de typische tuin-en komposthoopchampignon.

Zijn voorkomen in gras en veld is eveneens mogelijk en het is niet uitgesloten dat hij samen voorkomt met de witte bisporus zowel in weide, tuin, of veld, even goed als dat men Russula en Lactarius vaak naast elkaar aantreft hoewel ook deze twee verschillende geslachten zijn. De eisen voor groeimilieu's en substraten zijn voor de rest zowel in cultuur als in vivo immer dezelfde geweest als bij bisporus. De cultuurpogingen lopen voor beide soorten alsmede voor hun onderlinge mengvormen steeds parallel met elkander.

Enige natuurlijke vindplaatsen

-ecologisch: dezelfde als bisporus doch iets meer in moestuin.

- aardrijkskundig: Lemberge - Merelbeke, oude druivenserre (drM.D.G. 1967). Denemarken (Lange 1926); England (Cooke 1871); Western Washington 1821 (Hotson and Stuntz 1938); mesthoop in Bronx Park - New York (Murrill 1914).

f) Cryptogame bijflora

Het lijkt geen twijfel dat een hele gamma van lagere en hogere grondschimmels zich tussen en rond het Psalliota-mycelium kan ontwikkelen. Terwijl natuurlijk van de lagere schimmels nooit iets - ten zij via een ziektebeeld van de groene vegetatie - macroscopisch op de bodem te merken valt, kan men vaak hier en daar de sporulatievorm van een of andere vlezige zwam waarnemen. Opvallend was het fijn geelbruin gesepteerd graswortelomwepend mycelium dat wij overal opmerkten doch niet konden identificeren wegens gebrek aan een sporulatiebeeld.

Bij het uitplaten van uiterst kleine stukjes bodemmycelium bekwamen wij vaak onzuiverheden in de kulturen zoals Penicillium, Trichoderma, Aspergillus, Mucor, Fusarium, Pullularia, Cladosporium, Chaetomium en bijna de helft der isolaties waren bacterie-kolonies.

Bij de hogere zwammen konden wij in de door ons bezochte weiden volgende geslachten noteren:

Tricholoma sp., Paxillus, Panaeolus, Marasmius, Melanoleuca, Lepiota, Clitocybe, Mycena, Stropharia, Hygrophorus, Lycoperdon, Inocybe, Bovista en Hebeloma. Eventueel vindt men elders nog een gevariëerder samenstelling van de bijflora.

4.4. Ontstaan van heksenringen

Bij het inzaaien van een spore of enkele sporen in het centrum van een petriplaat ziet men een paar weken nadien dat een mooi straalsgewijs cirkelvormige myceliumlaag zich op de agar heeft gevestigd. Moest men beschikken over reuzepetriplaten van een paar meter diameter dan zou men zien dat na enige maanden het myceliumcirkelvlak meer tot een meter doorsnede is vergroot terwijl stilaan in het centrum het mycelium minder vitaal wordt en zelfs wegwijnt. Dit laatste is te wijten aan de verminderde weerstand t.o. de bacteriën of gisten en zelfs lagere schimmelsporen die vaak op het vitaal mycelium geen kans krijgen doch die zich vertonen van zodra door ouderdom de resistentie van het mycelium afneemt.

Een ander verschijnsel dat men ook in petriplaat kan provoceren is de cirkellijn-knopvorming op de rand van het myceliumcirkelvlak nadat men een strook gepasteuriseerde leemgrond van 1 cm dik en 1 cm breed heeft aangebracht op het nul tot 4 dagen oude mycelium. Men mag rekenen dat het mycelium dat normaal 0,5 tot 1 cm per dag groeit op agar bij kamertemperatuur in de leemgrond zal ophouden en een volledige cirkelrand of beter gezegd een miniatuurheksenring vol primordia zal vormen in vitro.

Ook in de natuur kan men zich de sporenkieming - en cirkelvormige myceliumgroei-indenken, doch hier dan toch alles heel veel trager en minder ideaal wegens de heterogene meestal minder gunstige voedselreserve van het substraat bestaande uit aarde, gazon en mest-of kompostresten, en bovendien wegens de enorme gamma van bacteriële, zwamachtige of dierlijke hindernissen. Men weze dus niet verwonderd dat in vivo slechts 10-40 cm horizontale bodem-incubatie per jaar geschiedt, waar men in vitro ditzelfde in één maand kan bereiken.

Bij kieming van enige sporen in juli mag bv. tegen volgend jaar een pseudo-ronde myceliumuitgroei worden verwacht van 25 cm op graswortels o.a. bij campestris en bv. 35 cm op mest bij hortensis. Bij passend zomerweder krijgt men hier de vruchtzetting eveneens aan de rand van het relatief klein molensteenvormig myceliumpakket en niet of zelden op het cirkelvlak zelf, omdat zoals bij de takken van een boom er een systeem in de myceliumstrengen is opgebouwd dat bij voorkeur de sapstroom naar de jonge groeitoppen richt.

Zo krijgt men elk jaar in de natuur een of meerdere fruktifikatiefazen in de zomer, waarna het mycelium in gunstige gevallen terug doorheen herfst, winter, en lente rustig in de bodem of op de graswortels verder uitgroeit om het volgend jaar dezelfde vruchtzetting te hernemen op wat nieuw veroverd substraat. Zoals met de kultuur in petriplaat sterft of verteert ook geleidelijk jaar na jaar het oudste mycelium in de binnen-ring van het cirkelvlak terwijl de buitenste ring steeds vergroot. Zo krijgt men eventueel elk jaar een mooie heksenring-vormige paddestoelengroei.

Met P. arvensis gaat dit best omdat deze een robust groeiend mycelium bezit waarvan de uitgroei na meerdere jaren soms tientallen meters doormeter bereikt.



Foto 17: Het van rechts naar links groeiend mycelium vormt tijdens de zomer een of meer vruchtlichamen nabij de overgang van geincubeerde naar ongeincubeerde zode. Wanneer dit zich herhaaldelijk gelijktijdig voordoet aan de rand van een grote ronde gazonmyceliumkoek, bekomt men mooie heksenringen. Men ziet hier een oud verbruind arvensis vruchtlichamen verscholen tussen het gras.

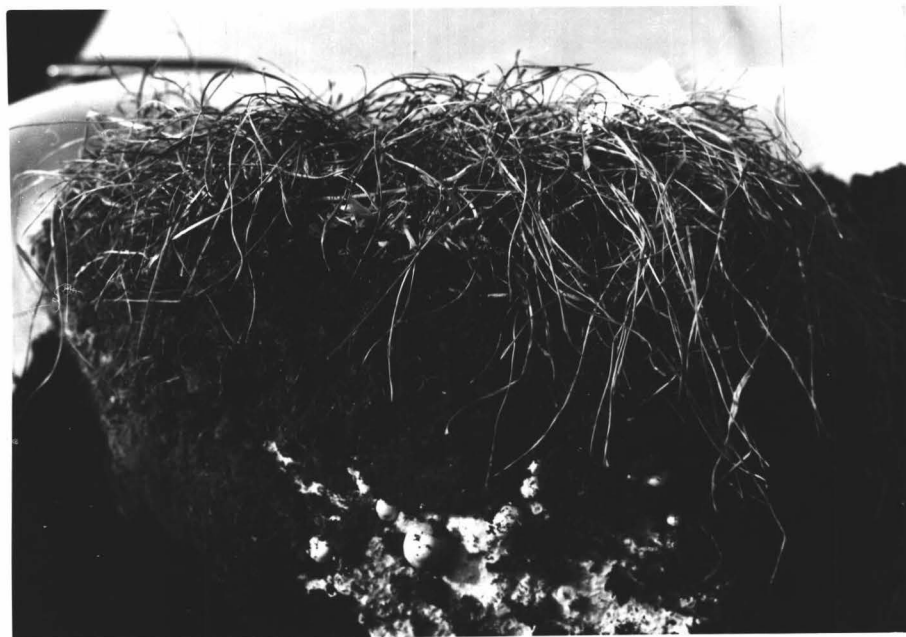


Foto 18: Tien dagen nadat de myceliumblok (van foto 17) uit de weide naar de teeltcel was overgebracht vormden zich meerdere jonge arvensis-primordia hetgeen erop wijst dat wij wel degelijk in fruktificatiezone hebben gedolven.

Bij P. campestris hangt veel af van de vitaliteit en begrazing van het gras zodat hier hoogstens heksenbogen of zeer kleine heksenringen voorkomen (zie foto 16). P. edulis, bisporus en hortensis kunnen maar heksenringen geven voor zover het beschikbaar organisch substraat een iet of wat ronde vorm bezit, en bovendien geschiedt de fruktificatie hier niet alleen aan de cirkelrand doch ook - indien het substraat met aarde bedekt is - bovenop het cirkelvlak.

Evengoed als bij de kultuurchampignons geschiedt in de natuur het fruktificatieproces in verschillende fasen of vluchten. Een eerste vruchtzetting is dikwijls reeds in mei waar te nemen, een tweede in juni en bij passend weder zelfs één per maand tot in november. De vluchten zijn in vivo zeer afhankelijk van de neerslag en tevens van de bereikte myceliumuitgroei en de aangelegde voedselreserven nodig voor vruchtzetting. Na iedere hoedenvorming heeft het mycelium een recuperatie en een nieuwe incubatiefase (nieuw mycelium of cirkelvergroting) nodig. De recuperatie van bestaand mycelium geschiedt door vertakking van bestaande hyfen op nog onbenutte bodem - of grasworteldeeltjes. De vruchtvorming is dus in de eerste plaats funktie van de hoeveelheid geincubeerd substraat en hiervan zijn groeidichtheid en aangelegde reserve van groot belang. Zijn deze basisfactoren in orde dan komen de klimatologische factoren ter sprake.

Naast de ringvormige vruchtzetting bemerkt men vaak min of meer duidelijke donkere en blekere ringen in de grasmat. Zoals fig. 4 toont ziet men op de cirkelvormige grasmat bij een meerjarige oude P. arvensis heksenring van binnen naar buiten opeenvolgend:

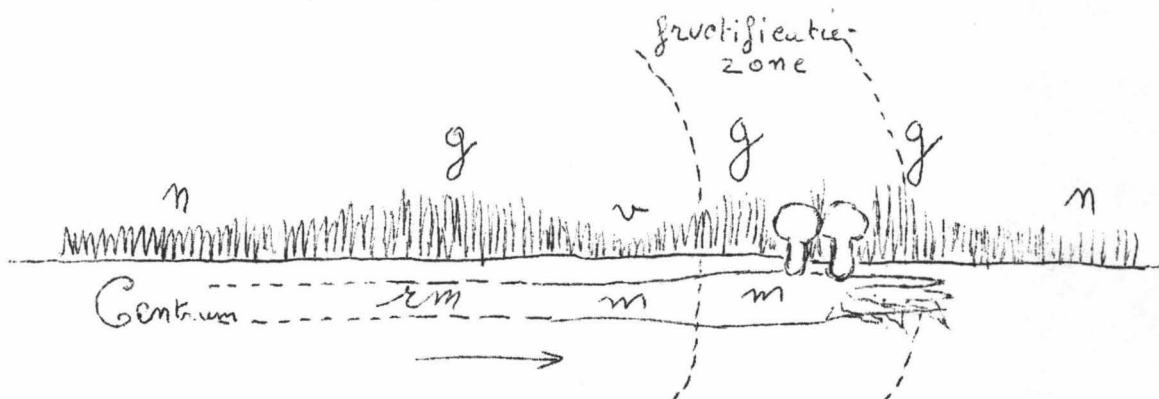


Fig. 4: Grasgroeievolutie door myceliumactiviteit van Psalliota arvensis.
C = centrum; het pijltje toont de groeirichting van de myceliumkroon
n = normale grasgroei; g = gestimuleerde grasgroei; v = licht verzwakte grasgroei; m = mycelium; rm = rottend mycelium

- in het centrum een cirkelvlak met de normale grasgroei boven een gazon waarin jaren tevoor eens het eerste vitaal mycelium groeide, dat nu geheel verteerd en verdwenen is. Dit centraal vlak is elk jaar een paar decimeter breder vermits het oude mycelium buitenwaarts groeiend geleidelijk afsterft.
- hierop volgt een brede ring waar de grasgroei lichtjes gestimuleerd wordt door de voedingsstoffen (o.a. aminozuren) die vrijkomen bij het oud wegterend inactief mycelium; het gras is hier gewoonlijk iets donkerder getint en soms een weinig hoger opgroeiend naargelang de weersomstandigheden.
- eens deze brede stimulerende ring voorbij krijgt het gras soms een licht ziekelijk beeld dat zich enkel bij intens geincubeerde dikke ondergrondse myceliumpakketten en bij zeer droog weder duidelijk aflijnt, omdat het gras dan wat gele tinten vertoont. Dikwijls krijgt deze zone toch nog groene gedeelten van droogteresistente dicotiele gewassen.
- vervolgens bereiken wij de fruktificatiezone waar zich actieve levensprocessen afspelen en waar het gras kan genieten van bepaalde stofwisselings-exudaten van het mycelium (o.a. ureum, onorganische zuren) en waar tevens de vruchtzetting van het mycelium voordeel heeft bij de milde suikervoorziening van het geactiveerd gras. Deze buitenste zone van gestimuleerde grasgroei is veel smaller dan de binnenste stimulatiestrook; doch het gras is intensiever donker getint.

Kunstmatige heksenring bij P. bispora

In september 1962 werd bij wijze van proef een vlakke ronde hoop gefermenteerde paardemest van \pm 100 kg in de moestuin 15 cm dik opengespreid onder een fruitboom.

Na 't enten werd de hoop afgedekt met een dubbele rietmat. Vermits gedacht werd aan een trage incubatie was de deklaag slechts voorzien rond de 5^e week na 't enten. Op 't einde van de vierde week, dus 1 week vóór het afdekken, verschenen echter reeds talrijke vruchtlichamen op de tuinaarde in een ronde op 7 tal centimeter van de rand van de mesthoop. Bij nader toezicht bleek dat een intense myceliumgroei en knopvorming hadden plaats gehad in de aarde onder en rond de mesthoop. Zulke heksenringvormen, maar dan in veel kleiner diameter, mag men dus ook verwachten waar in een weide op een hoopje uitgeregende paardevijgen toevallig bisporus-mycelium is gaan groeien.

De myceliumgroei op natuurlijke paardevijgen is niet alleen reeds in 1707 (De Tournefort) in de literatuur terug te vinden, doch werd ter gelegenheid van dit proefwerk ook in reinkultuur bevestigd zowel op onbehandelde als op uitgespoelde en gesteriliseerde paardevijgen.

4.5. Klimatologische factoren

a) Temperatuur: meerdere nauwkeurige nazichten van bodemmycelium in de winter wezen uit dat de hyfetoppen nog langzaam verder groeien vanaf 3°C ; beneden deze temperatuur is geen merkbare groei waar te nemen. Bij P. edulis bleek het bodemmycelium nog zeer vitaal onder een dikke sneeuwvacht in maart. De maximaal getolereerde bodemtemperatuur is $+ 38^{\circ}\text{C}$. Het optimum voor bodemmyceliumgroei is gelegen tussen 20 en 30°C .

Moser (1958) vond dat de meeste myceliumaggregaten in de bodem kunnen overwinteren zelfs indien de gemiddelde grondtemperatuur gedurende 2 maand niet hoger is dan -12°C .

Heel anders is het met de luchttemperatuur; deze loopt immers steeds voor op de bodemtemperatuur zowel boven als beneden het vriespunt en heeft vooral invloed op de vruchtzetting. Deze laatste heeft zelden plaats beneden een luchttemperatuur van 6°C en boven de 30°C . Eens de primordia gevormd kunnen hoger geciteerde luchttemperatuurextremen hun uitgroei nog wel vertragen of verhaasten doch niet meer verhinderen. Zo ontstaan vaak de primordia bij frisse nachttemperaturen hetgeen bij sommige hete dagtemperaturen nooit het geval zou zijn, wat ons de temperatuurspelingen tussen dag en nacht als voordelig doet aanzien voor de voltooiing van de levenscyclus. Deze schommelingen zijn bovendien weinig schadelijk voor het bodemmycelium omdat luchttemperatuurverschillen van bv. 15°C soms hoogstens 5 graden wijziging geven op het diepste bodemmycelium ($\pm 25\text{ cm}$).

b) licht: deze faktor is zeer bepalend voor de diepte op dewelke zich de myceliumstrengen samenvoegen tot een primordium. Hoe hoger de lichtintensiteit hoe dieper - het gaat hier slechts over een paar centimeter - de primordia zich vormen of hoe meer het fruktigeen mycelium de voorkeur geeft aan een door grastoefjes bedekt milieu onder dewelke het te vormen knopje in zijn eerste levensdagen het nodige lommer zal vinden om niet geheel open te barsten van de droogte.

Eens dat de hoed een tweetal cm groot is kan gerust wat zon verdragen worden.

Tijdens zeer wolkrijke perioden en korte daglengten zal men dus vruchtlichamen vinden die mooi met hun volledige steel boven het bodemniveau uitsteken, terwijl men bij tegenovergestelde weersomstandigheden de steelbasis (= plaats waar het primordium zich vormde) soms 1 tot 4 cm diep in bodem vindt. P. edulis is in dit opzicht zeer gevoelig (zie foto 39). Het dient echter opgemerkt dat ook de koude lucht of droge lucht, of wind, elk op zichzelf in zekere mate de knoppen dieper kunnen doen ontstaan, zonet zorgen deze factoren dat de stelen zeer kort blijven.

Een faktor die steeds gebonden is aan het zonnelicht is de warmtestraling en deze is meestal gunstig voor de nodige diepteverwarming van de bodem, doch kan wegens oververhitting storend zijn op naar het zuiden geëxposeerde berghellingen. Dank zij de witte tint van de meeste buiten bos groeiende Psalliota's schaadt de zonnewarmte weinig aan de opgroeiende vruchtlichamen.

c) Water

Als er één punt van buitengewoon belang is voor de vitaliteit en voor de fruktifikatie van deze bijna 90 % vochtbevattende paddestoelen dan is dit het vochtgehalte van substraat en lucht. Tijdens de wintermaanden kunnen de fijnste myceliumeenheden in de bodem vaak wegens wateroverlast afsterven zodat dan alleen de grove strengen in leven blijven. Wanneer dan in de lente het bodemvochtgehalte geleidelijk vermindert, herneemt het mycelium zijn normale groei.

Dikwijls wordt de bodem 's zomers zeer droog en dan houdt het mycelium het voorheen opgenomen vocht uiterst goed gereserveerd tot op het ogenblik van de vruchtzetting; hetgeen voor een bovenstaande grasmat wel eens verwelkingsverschijnselen kan teweeg brengen. Men kon waarnemen dat droog bodemmycelium nog zijn groei kon hernemen na meerdere jaren gelijkmatige droge bewaring (Lachaume 1949).

Na een zeer droge periode is het uiterst moeilijk om de met mycelium doorwoekerde bodem opnieuw geheel met water te inbiberen. Hiervoor zijn dan enige zachte regens van 5 mm veel doeltreffender dan één zware regenvlaag van 25 mm. Dit geldt ook bijzonder voor de vruchtzetting.

Men ziet wel na een regenvlaag dat enkele reeds lang op vocht wachtende primordia door imbibitie plots uit de grond rijzen; doch om een weelderige en talrijke hoedenvorming te stimuleren zijn een paar herhaalde aanhoudende zachte regenvlagen onmisbaar; tenzij de bodem reeds vocht genoeg bevat.

Het voordeligste bodemvochtgehalte is $\pm 30\%$, terwijl goede vruchtzetting mag verwacht worden tussen bodemvochtgehalten van 26 à 46 % voor campestris en arvensis en van 30-70 % voor bisporus, hortensis en edulis. Wat nu al het vocht betreft dat zich ophoudt, of periodisch aanwezig is, tussen het gras zelf en in de lucht, dient vooral het belang onderlijnd van de beschermende rol die het luchtvocht heeft voor de opgroeiende knoppen. Zo is de morgendauw een van de meest gunstige luchtvochtvormen die voor een graspaddestoel kunnen heersen. Deze bevordert ruim zo goed als de regen de celstrekking en zwellling in alle paddestoelendelen en zorgt in het bijzonder voor de geleidelijke barstloze losschuiving van velum universale en velum partiale. Het is meestal zo dat de jonge paddestoel in lucht met zulk een hoog vochtgehalte (condensatiepunt) op één nacht volwassen wordt zodat voor de rest van de dag de zon gerust verdragen kan worden. Het vochtverlies van de vruchtlichamen wordt natuurlijk bijzonder beperkt dank zij de witte hoedenvacht die de vrucht-temperaturen zo laag mogelijk houdt (zie foto 19).

d) Wind

Het is niet zonder reden dat Agaricus-soorten bij voorkeur tussen gras of onkruid groeien ofwel op een andere beschutte plaats. Zij zijn immers in hun knop-stadium zeer gevoelig aan luchttochten die dan de hoed schubbig en barstig maken. Wanneer dan weldra de hoed opent en de plaatjes vrijkomen aan de lucht, zijn felle winden nadelig omdat zij de lamelranden doen schrompelen en aldaar het broze sporenafwerpingsmechanisme verstoren. Tevens koelen de vruchtlichamen door waterverdamping en zuigen het bodemmycelium droger en droger zodat het voedseltransport in de strengbuiszellen bemoeilijkt wordt.

Men vergete hier niet de intense bodemuitdrogende werking door de wind hetgeen via het mycelium toch de vruchtzetting benadeelt. Foto 19 toont ons hoe de hoeden in winderig weder dicht bij de bodem tussen 't gras verschoolen blijven zodat de wind enkel de vrijgekomen sporen kan helpen verspreiden wanneer de hoed geheel is opengegaan.

e) Diverse factoren

Smarda Frantisek (1967) legde op statistische wijze de mogelijke populatiedichtheid vast van aardmacro-fungi die gebonden zijn aan de verschillende maanstanden. Vasil'kov (1962) kon na 25 jaar waarnemingen besluiten dat de mildste paddestoelenoogsten voorkwamen in regenrijke augustusmaanden en met 15-18° C als luchttemperatuur. Heim (1957): "Psalliota campestris, par exemple naît d'une période humide prolongée, suivant une sécheresse chaude".



Foto 19: Een ontplooiende hoed van P. campestris goed beschermd door het gunstig mikroklimaat van de grasmat, terwijl zijn witte vacht de zonnestralen weerkaatst.

f) Klimaat en vruchtbeeld

Over de grootte der vruchtlichamen werd uitgewijd in het hoofdstuk over vergelijkende morfologie; men kan o.a. waarnemen dat bij koud winderig en gelijktijdig vochtig weder er groter doch minder hoeden gevormd worden.

Veelerlei zijn echter de klimatologische invloeden op gebied van:
 - hoefepidermis: die varieert van spierwit en glad zijdeachtig bij jonge gesloten beschaduwde vruchtlichamen in vochtig warm milieu, tot grijs, geelbruin of zelfs donkerbruin geschubd, gevezeld of gebarsten bij open vruchtlichamen in volle zon of bij droog koud en winderig weder.

- steellengte: de steel is lang, slank, broos, glad bij zoel, vochtig gesloten weder of in dito milieu (bv. tussen hoog gras of in een korenveld); hij kan zeer dik, kort en hard zijn bij aanhoudend droog, zonnig, en koud winderig weder.
- ringdikte: kan bij eenzelfde soort relatief dun zijn bij hetzelfde hoger- vermeld milieu hetwelk een zachte witte epidermis vrijwaart, en zeer dik in de tegenovergestelde geciteerde omstandigheden.
- het hoedenvlees: dit is zacht, sappig en aromatisch bij jonge vrl. en bij gesloten vrl. in vochtig milieu; en soms hard-en taaivlezig bij t.o. gestelde omstandigheden.

De variabiliteit in het macroscopisch vruchtbeeld is niet zelden zo ruim dat men bepaalde soorten niet op zicht van elkander kan onderscheiden; het zijn dan alleen de bijzonder specifieke uiterlijke kenmerken o.a. kleur- reacties en enige microscopische kentekens die nog toelaten de soorten te erkennen. Schantz and Piemeisel (1917) konden in bepaalde weiden enige grote exemplaren van A. campestris niet onderscheiden van A. tabularis en op zijn beurt deze niet van A. arvensis. De veel dichter en omvangrijker bodemdoorgroeiing alsmede de grote heksenringen van A. arvensis en A. tabularis lieten toe A. campestris met zijn flauwe bodembegroeiing en kleine heksenringen op zijn systematische plaats te brengen.

4.6. Welke der 5 Psalliota's is de tot heden de geteelde champignon; een oud twistpunt der mycologen

Ver in de eeuwen terug gaande kan men zich inbeelden dat zo maar niet in één dag alle thans gekende paddestoelensorten tot stand kwamen. Men weet dat de soortenrijkdom zich geleidelijk heeft opgebouwd uitgaande van gevestigde species waaruit konden ontstaan:

Diverse milieu-adaptatievormen en rassen, spontane mutaties of toevallige ongeregelde hyfenfusies en kernaantalvermeerderingen. Is de nieuwe groeivorm weinig verschillend van de stamsoort dan behoudt men de soort en spreekt men van variëteit, subspecies of forma; is de nieuwe groeivorm in meerdere opzichten verschillend dan spreekt men van een nieuwe soort. Men kan even goed van een nieuwe soort spreken nadat eerst opeenvolgend enige tussenvormen waren ontstaan die uiteindelijk toch voldoende van de oorspronkelijke stamsoort afweken.

Hoger vermelde mogelijkheden van mutatie, adaptatie, myceliumfusies enz.. kunnen zich natuurlijk ook in reinkultuur voordoen en men hoeft er niet aan te twijfelen dat tijdens de eerste twee eeuwen van de champignon-kultuur talrijke vermengingen van broedsoorten en paddestoelsoorten geschieden; en dat men ook overal in de natuur beschimmeld en naar champignons-riekend substraat verzamelde ook al kende men hiervan soort noch ras.

Nadat deze ongeregelde vermengingen en verwisselingen van broed en paddestoelen hadden geduurd van 1651 tot 1894 lukten Constantin en Matruchot erin champignon-sporen in reinkultuur te doen groeien en hiervan broed te maken. Natuurlijk had men toen reeds heel wat paddestoelen die niet meer typisch waren voor hun soort of wiens sporenzetting zeer heterogeen begon te zijn.

Zo kreeg men uit één paddestoel tal van vormen en tinten hetgeen niet alleen de toenmalige mycologen, maar ook de huidige een mooi dwaal-spoor bezorgde. Voegt men hierbij dan nog de ontelbare selecties en kruisingen die sinds 1894 door broedfabrikanten en vorsers werden uitgevoerd, dan moet men zeker even met de loepe kijken vooraleer nog één van deze "overbreeded" Psalliota's zijn onberispelijke wetenschappelijke benaming toe te kennen.

Volgend chronologisch overzicht moet laten uitschijnen dat P. bispora Lange en P. hortensis Cooke twee duidelijk gescheiden soorten zijn en dat het feit dat zij beiden op gefermenteerde mest groeien geen reden is om ze onder één soortnaam te verenigen; immers er zijn minstens een tiental Psalliota's en talrijke andere vlezig-zwammen die eveneens fruktificeren op gefermenteerde mest en die in de natuur ontwikkelen op divers organisch materiaal; bv. P. edulis en Pleurotus ostreatus.

- vóór 1651: witte en bruine mest-of compostbegroeiende eetbare Psalliota's komen naast de obligate grasbewonende psalliota's spontaan voor in weiden, velden, tuinen en rond hoeven, en zijn verspreid vooral in Frankrijk, doch ook in heel de gematigde klimaatgordel.

- 1651: Bonnefons vindt eetbare Psalliota's in de meloenbedden, en kan ze kunstmatig doen groeien door hun spoelwater over een hoop uitgedampte en koel geworden muilezelmest uit te gieten. De hoedentint werd niet beschreven.

- 1707: De Tournefort bekwam witte en bruine champignons door 't uitplanten van wit-beschimmelde welriekende paardevijgen of gefermenteerde paardemest in de schaduw buiten of in kelders en grotten. De witte noemde hij zoals Jean Bauhin: Fungus campestris albus superne, inferne rubens.

- 1831: Callow beschrijft de bereiding van "brick spawn" als entmateriaal afkomstig van een paddestoel waarvan hij zegt: "The mushroom is indigenous to this climate; it springs up spontaneously in old pastures during the autumnal months, and is found most plentifully when the weather is close and foggy".

Hieruit blijkt duidelijk dat Callow de witte (weide)champignon aanzag als geteelde champignon.

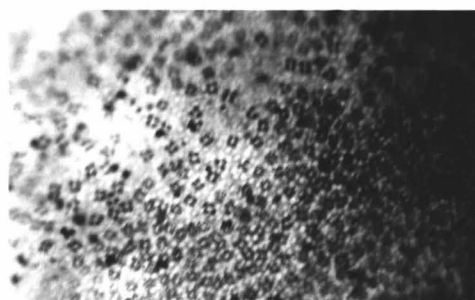
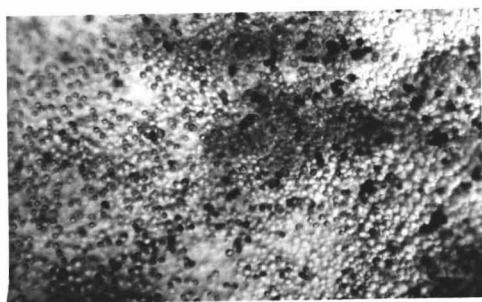
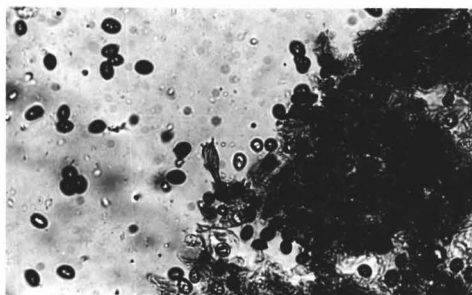


Foto 20: boven: *Ps. campestris* met 1 basidium, kernen in sporen
 links: *Ps. bispora*, hymenium met meest 2 sporen per basidium
 rechts: *Ps. edulis*, hymenium met meest 4 sporen per basidium

- 1860: Sachs toont een afbeelding van P. campestris-basidia die tweesporig zijn; er is niet gedetailleerd of het een geteelde of natuurlijke witte soort betrof.

- 1860: Hoffmann beweert dat P. campestris zowel 1,2 of 3 sporen per basidium kan hebben zowel als dat er gewoonlijk 4 zijn.

- 1862: La Bordette: L'Agaric de couche = variété de Agaricus campestris
- 1867: Kickx(Prof. aan de Gentse Universiteit) Ag. campestris Linn = Ag. edulis Bull. = comestible et cultivé sur couche".
- 1871: Cooke betitelt de in tuinen geteelde kultuurchampignons als P. campestris var. hortensis Cooke.
- 1894: Constantin en Matruchot verzamelen alle mogelijke bestaande typen van de kultuurchampignons. Zij bekwamen voorlopig uit meerdere sporenzaaiingen ruim 20 verschillende groeivormen. Na een reeks zorgvuldige repetities van deze isolaties konden zij vijf hoedentypen duidelijk onderscheiden: klaar blond licht schubbig (var. a), donker blond vezelig zonder schubben (var. b); geheel wit licht geschubd (var. c); mooi geheel wit vezelig (var. d); hoed bedekt met talrijke bruine schubben op blonde onderlaag (var. e).
- 1871-1926: gedurende gans deze periode wordt door geheel de mycologische wereld de witte geteelde champignon betiteld met de naam van de witte weidechampignon "Agaricus campestris" en voegt men er aan toe dat bruingtinte vormen ook kunnen geteeld worden. De kultuurchampignon was dus algemeen aanzien als weidechampignon.
- 1911: Massee; "Ag. campestris var. hortensis is bruin".
- 1926: Lange vindt in Denemarken in de natuur bruine Psalliota's met twee sporen per basidium en bemerkt dat zij gelijk zijn aan de aldaar geteelde bruine kultuurchampignons. Hij geeft deze bruine kultuurpaddestoel uitgaande van P. campestris var. hortensis Cooke als benaming P. hortensis Cooke var. bispora Lange. Naderhand (in 1939) vereenvoudigde hij de synonymie als volgt: P. hortensis (Cooke) Lange = Ps. hortensis var. bispora Lange, (en nog later Ps. bispora Lange = Ps. hortensis Cooke) als enige wetenschappelijke benaming zowel voor de witte als voor de bruine geteelde soort. De enige nuance was dat de witte zouden zijn: P. hort. var. albida Lange en de bruine: P. hort. var. avellanea Lange.

Lange onderscheidde de weidechampignon van de geteelde vormen omdat de laatstgenoemde cystiden dragen tussen de basidiën terwijl alle basidiën bij campestris fertiel zijn (Treschow 1945).

Almeteens heeft de witte kultuurchampignon niets meer te maken met de witte weidechampignon, doch wordt zomaar zonder meer als variëteit bestempeld van de bruine tuinchampignon, die in feite morfologisch en fysiologisch duidelijk van de witte soort verschilt.

- 1926: Lambert (Amerika) liet "brickspawn" komen van Engeland en "flake spawn" van Frankrijk, beide crème rassen. In de teeltbedden vond hij echter enige spierwitte vruchtlichamen en maakte hieruit zuiver witte stammen en ook broed voor Amerika. Hij aanzag dit als mogelijke mutatie doch men weet dat ook nu nog in het broed soms ongewilde tint - onzuiverheden voorkomen. Men kan zowel enige witte vruchtlichamen opmerken in bedden van bruine champignons als omgekeerd. Hoger zegden wij reeds dat ongetwijfeld tál van paddestoelen de gefermenteerde mest als groeioord verkiezen. Natuurlijk kunnen zich ook tijdens de diverse laboratoria-kultuurfazen gaande van sporenzaaiing op agar tot en met handelsbroed, enige zeldzame verontreinigingen voordoen, te meer dat ongetwijfeld de mycelia van enkele Psalliota-soorten bij eventueel samengroeien op eenzelfde substraat met elkaar wél mededingen doch elkaars groei niet uitsluiten. Zo bekwam men dus vroeger (en soms nu nog) vaak niet anders dan een broedmengsel van minstens twee Psalliota's nl. hortensis en bisporus. Het snelst groeiend mycelium overmeesterd natuurlijk het omvangrijkste substraatgedeelte en is gewoonlijk eerst en mildst in vruchtzetting.

- 1923: (blz. 31) Rambottom: It is of interest to note that the commonly cultivated growthform ('t gaat over P. campestris) has only two spores on the basidium.

- 1935: Colson beklemtoont het feit dat P. campestris niet op gefermenteerde paardemest wil groeien en dat men beter zou de stamsoort van de witte kultuurchampignons zoeken bij op mest groeiende wilde vormen.

- 1936: Cayley vindt dat bij de gecultiveerde champignons de 2 sporige basidiën domineren doch dat vele 3 sporig en enige 1 of 4 sporig zijn.

- 1936: Wakefield: er is in kultuur een "white form", en een "brown form" doch zij zijn niet gedifferentieerd als onafhankelijke species van P. campestris.

- 1938: Schäffer et Möller: aanvaarden de synoniemie niet van P. hortensis Cooke en P. hortensis var. bispora Lange en zetten deze laatste apart onder de benaming P. bispora (Lge) Schäffer & Möller en hierbij wederom forma albida en avellanea, respektievelijk witte en bruine kultuurchampignon.

Zij aanvaarden echter wel de synoniemie P. bispora (Lange) Schäffer & Möller = Ps. hortensis (Cooke) sensu Lange 1939 (Treschow 1945).

- 1938: zoals Colson (1935) vindt Cayley dat A. campestris niet wil groeien op gefermenteerde paardemest.

- 1941: Lohwag: "A. campestris (L.) Fr. komt wild in zwei Variëtetaten vor: einer mit zwei und einer mit vier sporen an jeder Basidie. Die zweisporige Form wird gezüchtet". Hier is dus sprake van een tweesporige witte weidechampignon die logischerwijze wel de naam "bisporus" verdient.

- 1946: Habersaat: "Le champignon cultivé, champignon de Paris, est une variété de la psalliota champêtre qui arrive sur le marché sous deux formes, la plus recherchée est blanche sans écailles, l'autre présente des écailles brunes".

- 1948: Konrad et Maublanc: "Ag. hortensis Cooke sec. Lange, espèce robuste jamais blanche".

- 1949: Julius Schäffer: Psalliota bispora Lge syn. Ps. hortensis bispora Lge 1926 komt voor op komposthopen in tuinen, in serren en ook in weiden. "Ob diese wildart als Stammform aller Zweisporigen Kulturrassen anzusprechen ist-diese weichen oft stark ab! - soll hier dahingestellt bleiben".

- 1949: Lachaume et Bellair: "Variétés du champignon de couche: le petit blanc, le gros blanc, le blond et le gris".

- 1951: Pilat aanziet de witte en de bruine kultuurchampignon als twee afzonderlijke soorten nl. Ps. hortensis Cooke (wit via vuilwit tot bleekbruin) en Ps. bispora Lange (= hortensis Lange non Cooke) die bleekbruin tot donkerbruin is (Singer 1961 en Kühner et Romagnesi 1953).

- 1953: Heinemann bedoelt als wenselijke benaming voor de witte kultuurchampignon: P. hortensis Cooke var. alba en als bruine P. hortensis Cooke var. avellanea of ook voor de bruine: P. bispora Lange.

- 1953: Heinemann et Engels: Bij een vergelijkend onderzoek naar de tolerantie van salicylzuur t.o. bepaalde Psalliota's bleken A. hortensis var. avellanea (bruine teeltchampignon) en A. edulis duidelijk gevoeliger dan A. hortensis var. alba (witte teeltchampignon) en A. campestris.

- 1957: Heim: "Le champignon de couche est connu depuis plus de trois siècles, et l'on sait depuis longtemps que cette espèce à basides bispores, confondue autrefois avec le Psalliota campestris sauvage, diffère de celui-ci, tétraspore. Il est peu logique de lui attribuer le nom récent de bispora Lange puisque celui de Cooke, hortensis, a été admis dans ces dernières années. Nous ne voyons aucune raison valable pour le modifier encore".

- 1958: Bels; "De gekweekte champignons zijn volkomen gelijk aan de wilde soorten Psalliota hortensis (Cooke p.p.) Lange (wit) en Psalliota bispora Lange (bruin)".

- 1959: Lange meent dat het voorkomen van vierkernige sporen (bij geteelde soorten met 2 sporen per basidium) telkens mogelijk is als in een basidium toevallig (bv. bij campestris) 4 kernen in één spore worden gevormd i.p.v. 2 kernen. (Zo zou de geteelde witte champignon een 4 sporige toevals-zuster van campestris kunnen zijn). In een andere publicatie (1959) spreekt hij van "fast" and "slow" mushroom strains.

- 1960: In mushroom growing, Min. Agric. Londen: Aangezien Ps. campestris hoogstwaarschijnlijk geen vruchtlichamen kan vormen op gefermenteerde paardemest is de geteelde champignon misschien een aparte soort die zowel P. hortensis als P. bisporus kan zijn, doch tot nu toe is de naam van de cultuur-champignon nog niet vastgelegd.

- 1961: Hard: "The varieties which have been succesfully cultivated for the marked ar nearly all derived from A. campestris; villaticus and arvensis, their colour being often influenced by surrounding conditions".

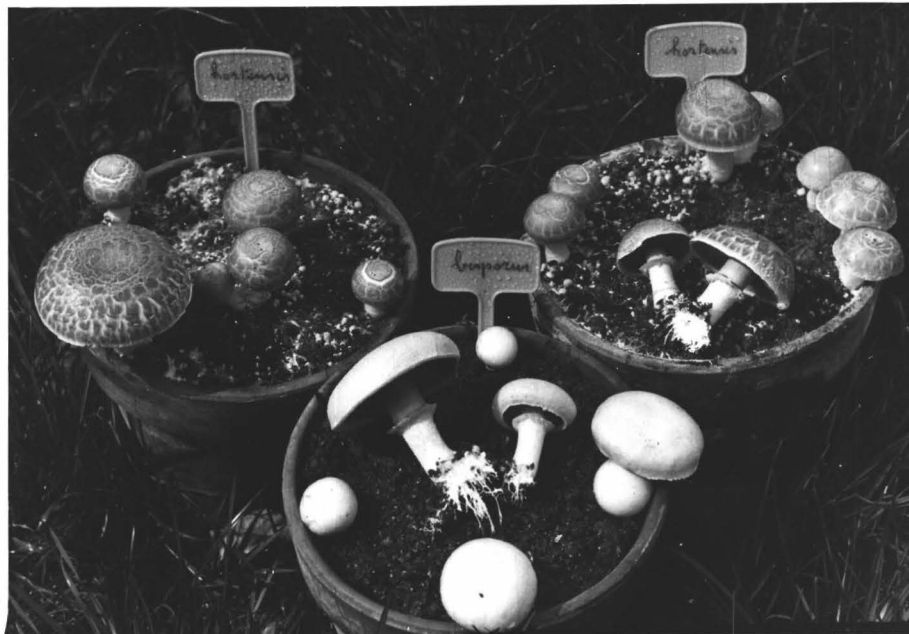


Foto 21: Psalliota hortensis Cooke var. avellanea (geschubd) en Psalliota bispora Lange var. albida (wit glad).

- 1961: Singer uit de mogelijkheid dat P. bitorquis wel eens de stamsoort kon zijn van de geteelde witte champignons omdat hij eens in Duitsland samen met Julius Schäffer in 1930 enige op P. bitorquis gelijkende vruchtlichamen bemerkte op gewone champignonbedden. Uit mijn persoonlijk kontakt

met Dr. Singer bleek echter dat geen microscopisch onderzoek geschiedde om het aantal sporen per basidium na te gaan. Immers van deze groeivormen die men bij ongunstig teeltklimaat en op toevallig hoog alkalische deklaagteelten nog al eens tegen komt, schreven Maublanc en Heinemann (1953) dat dit Chitonia species zijn die gewoonweg als anomaliën van de kultuurchampignon kunnen aanzien worden.

Een andere, wél te verwaarlozen mogelijkheid, is dat sporen van de echte in natuurgroeiende P. edulis hier spontaan en toevallig op hogervernoemde teeltbedden een gunstig milieu voor ontwikkeling worden.

- 1961: Singer: onderlijnt hoe ten tijde van Elias Magnus Fries (1794-1878) alle determinaties van de kultuurchampignon leidden tot A. campestris; een nomenclatuur die volgens deze auteur uit de champignon-teeltliteratuur zou moeten verdwijnen. Hij noemt A. bisporus Singer de witte en A. hortensis var. supperonata Lange de bruine kultuurchampignon (pag. 24, 25 en 31).

- 1962: Stoller kon zeer duidelijk de bruine stam van de witte onderscheiden omdat eerstgenoemde een myceliumvertraging vertoont bij toevoeging van mercapto-ethanol aan het cultuur substraat, terwijl bij de witte stam hierdoor de myceliumgroei versnelde (zie ook hoger bij vergelijkende beschrijving).

- 1962: Bretzloff, Robbins and Curme bekwamen, via multi-spore isolaties uit witte handelschampignons, drie duidelijk verschillende witte vruchttypen: nl. een type zoals de uitgangsvorm; een dikstelig afgeplat type gelijkend op P. bitorquis doch met één ring, dus Chitonia sp.; en ten derde een mooi rondhoedig type uiterlijk gelijkend op P. campestris. Enigszins in tegenspraak hiermee is het feit dat Rao and Block in hetzelfde jaar eveneens diverse teeltvormen bekwamen en o.a. ook op P. bitorquis gelijkende vruchtlichamen, alleen maar door wat variatie in de dekgrond.

- 1964: Essette noemt de bruine en witte kultuurchampignons respectievelijk P. hortensis Cooke brune en P. hortensis Cooke blonde en aanziet Psalliota bispora Lange als zijnde uitsluitend een wilde soort en niet in cultuur.

- 1964: Jaccottet; "Ag. campestris:..... es ist die gleiche Art die in Lyon und in den Katakomben zu Paris im grossen gezüchtet wird; dort ist der Pilz braun, sehr schuppig....".

- 1966: Monceaux; "Avec Agaricus campester nous sommes en présence du champignon de couche... espèce excellente, affectionnant les prés ou les jachères fréquentées par les cheveaux dont le crottin apporte aux mycéliums des éléments nutritifs particulièrement appréciés".

- 1967: Hennig blz. 102: "Nach Pilat würde A. campester schlecht zu züchten sein da er kein ausgesprochen Mistbewohner ist wie die beiden zweisporigen Arten die als einzige in Kultur genommen werden: P. hortensis Cooke und A. bisporus Lange. Diese beide Arten sind nicht etwa Varietäten, die durch die Pilzkultur geformt wurden, sondern gute Arten, wie sie in der Natur wachsen, von dort sind sie auch in Kultur genommen wurden". Volgens blz. 170: "Zowel de witte als de bruine kultuurchampignon nl. P. bispora Lange "wachst oft mit den wiesenchampignon(witte Ag. campestris) zusammen".

Recente beschouwingen: (zie foto's 21 en 22)

Wanneer wij eens grondig de kultuurgedragingen en groeivormen van de thans bestaande één en tweésporige kultuurpsalliota's bekijken komen wij duidelijk tot twee groepen:

- enerzijds "de circa 40 % éénsporigen"
- relatief robuuste vruchtlichamen met hoed diam. 7-15 cm
- weinig of veel geschubd doch niet op de iets donkerder centrale hoeddiscus.
- ring bestaande uit twee onopvallend gescheiden lagen
- bijna de helft der basidiën zijn eensporig
- snel groeiend mycelium en vlugge vruchtzetting

* Deze kenmerken passen bij P. hortensis Cooke sensu Pilat (Essette 1964); hier is de verwantschap met P. subperonata niet uitgesloten.

- anderzijds: "circa 80% tweesporigen"
- kleine tot matig grote vruchtlichamen met hoeddiameter 5-10 cm
- ring uit een stuk, bij witte rassen soms tot het minium herleid
- witte kultuurrassen viltig tot mooi gladde hoed; rassen met donkerbruin (omber) viltig vezelige hoed vinden wij minder in de commerciële kultuur.
- meer dan 80 % der basidiën zijn tweesporig
- mycelium trager groeiend en vruchtzetting iets later dan bij vorig soort

* Deze kenmerken passen bij P. bispora Lange sensu Möller (Essette 1964); hier is de verwantschap van het wit ras met P. campestris niet uitgesloten en kan men in dit geval spreken van de saprofitaire groeiende var. bispora van P. campestris Fr.

Nu blijven nog twee knelpunten over:

nl: - dat P. bispora var. umbrina (donkerbruin) niet (of zelden) in kultuur te vinden is, doch wel in de natuur voorkomt en dat deze geen synoniem is van P. hortensis Cooke sensu Pilat. Wij steunen ons hier echter op een zeer

competent modern mycoloog nl. Essette (1964) die alle iconografiën grondig bestudeerde.

- dat P. hortensis zowel wit als bleekbruin kan zijn (Pilat 1951) is in tegenspraak met Konrad et Maublanc (1948) doch deze auteurs kunnen zulke bedoeld hebben om de witte kultuurchampignon zijn eeuwenoude ereplaats als gelijkgestelde met de witte weidechampignon te reserveren; nl. als P. campestris var. bispora (zie ook Essette (1964)). Indien zij echter hadden het bestaan vermoed van twee witte geteelde soorten nl. hortensis alba en bisporus albida, waarvan de laatste veel gelijkenis vertoont met campestris, en in de weiden kan voorkomen; dan hadden zij misschien wel een witte hortensis willen aanvaarden; tenzij - en dit is mogelijk - dat de witte hortensis niet in de natuur voorkomt en alleen een selectieprodukt is.

Conclusie

De meest logische benamingen voor de tot heden universeel geteelde Psalliota's luiden:

- voor de "+ 40 % eensporige robuste": wit of blond: Psalliota hortensis
Cooke var. alba
bleekbruin: Psalliota hortensis
Cooke var. avellanea
- voor de "+ 80 % tweesporige tamme": spierwit: Psalliota bispora Lange
var. albida
donkerbruin: Psalliota bispora Lange
var. umbrina; (niet universeel geteeld)

De bleekbruine hortensis - en de spierwitte bispora's zijn de meest geteelde internationale handelssorten. De oude crème of blonde rassen die dus nog duidelijk bleker zijn dan de bleekbruine soort (hortensis), mogen aanzien worden als een mengtype van de witte bisporus met de bleekbruine hortensis.

Allerlei nieuwe kultuurvormen zijn thans mogelijk wegens de talrijke kunstmatige anastomoserings (myceliumfusies); mutaties, selecties en teeltmodificaties. Hun wetenschappelijke naamgeving weze liefst steeds zo benaderend mogelijk bij de dichtstbijzijnde soort gehouden met benaming forma. Spijtig genoeg vindt men bij sommige bastaardvormen evenveel kenmerken van hortensis als van bisporus hetgeen de naamkeuze enerzijds bemoeilijkt en anderzijds versoepelt.

In de praktijk wordt aan de bekomen teeltvormen een nummer toegekend. Thans zijn reeds een twaalfstal duidelijk te onderscheiden teelttypen gekend. De broedfabrikanten noemen deze teelttypen ook wel stammen. Het is immers hier zoals bij land - en tuinbouwgewassen onmogelijk om aan al deze handelsrassen een latijnse wetenschappelijke naam te geven.



Foto 22: Elf dagen na bezaaien van precies de helft der mest met hortensis-broed en de helft met bisporusbroed nam de vlugger en wolliger groeiende hortensis-soort ruim 20 % meer substraat in beslag.

4.7. Mogelijke oorzaken van teloorgang in de natuur

Tot voor een tiental jaren vond men nog regelmatig op weide, akker braakland of tuin enige vertegenwoordigers van de alombekende en gegeerde zogenaamde weidekampernoelies of champignons waarmee men zowel P. arvensis als campestris, edulis, bisporus als hortensis beduidde.

Wanneer men in 1960 nog slechts kon spreken van enige vertegenwoordigers van elke soort kon men tot 1947 nog met hele korven gaan plukken vanaf juli tot en met september. Niet alleen de volksmond maar evenzeer de mycoloog noemt de huidige frekwentieafname een bijzonder spijtig natuurverschijnsel.

De mogelijke oorzaken ervan te kennen en deze zo mogelijk systematisch te onderzoeken zou dan ook een zeer boeiend doch meteen jarendurend vorscherswerk in beslag nemen. Enige passende toelichtingen niet uit het oog verliezend citeren wij hier volgende mogelijke oorzaken:

- De chemische te ammoniakale of te zuurwerkende bemestingen van tuin, veld en weide; de eerste vernietigen de jonge hyfetoppen, terwijl de overige in het gehele milieu het bestaand mycelium doen wegteren. Na de tweede wereldoorlog zagen wij bv. een enorme toename van het gebruik van landvetten. Het is opvallend dat men nog bijna uitsluitend weidechampignons vindt op weiden van "vetgierige" landbouwers.

- Gebrek aan zachte bekalking en andere mineraal houdende bemesting van gras-en weiland; koolzure kalk is immers zo nodig voor de neutralisatie van de zure myceliumexudaten.

- Intense diepgaande machinale grondbewerkingen, alsmede het omploegen van oude weiden die vol staken van jarenoude myceliumaggregaten.

- Gevoelige vermindering van het aantal paarden; dit geldt vooral voor P. campestris die een kort gegraasde weide verlangt, en voor P. bispora en hortensis die o.a. op paardenuitwerpselen groeien.

- De electrificatie van de weideafsluitingen, waarbij ontelbare weide-wilgen werden vernietigd; onder deze wilgen echter vond men vroeger vaak en nu nog zelden prachtige exemplaren van P. arvensis, edulis, hortensis, en bisporus die er voedsel, vocht en lommer vinden.

- Het onbewust doden van die bepaalde insecten, vogels, of jaagwild door wiens bemiddeling de verspreiding of kieming van champignonsporen bevorderd werd. Zo bv. mag men van wilde konijnen verwachten dat hun vaste uitwerpselen zo goed als deze van paarden een gunstig substraat vormen voor sporenkieming van P. hortensis en P. bispora

- De algemene verstoring van het biologisch fauna-evenwicht mag niet uit het oog verloren worden; zo domineren thans de kleine champignonvliegen (Megaselia sp.) overal in de natuur bijzonder op Psalliota-soorten, zodat de meeste knoppen volledig door de larven uitgevreten worden en de hoed nooit kan ontluiken om te sporuleren.

- Het veelvuldig voorkomen van regenrijke zomers waardoor aaltjes en bacteriën het week geworden en kristalverliezend mycelium gemakkelijker en aktiever aantasten.

- Het ononderbroken vroegtijdig plukken van nog niet sporulerende vruchtlichamen waardoor de generatieve vermenigvuldiging volkomen verhinderd wordt; dit ziet men vooral in dicht bevolkte streken.

- Sinds de opkomst van de maaidorsers wordt thans nagenoeg alle koren op het veld gedorst, terwijl men vroeger het kaf met ganse karren open-spreidde over het weiland, hetgeen voor de ontwikkeling van meerde Psallio-ta's als zeer gunstig mocht beschouwd worden.

- Wijziging van de samenstelling in de weideflora en van de dominerende soorten. Toch dient hier aangestipt dat de thans veel gezaaide Lolium-soorten goed blijken te zijn voor de groei van A. campestris; in Lustin (Namen) en in Paulatem (Oost-Vl.) ontdekten wij zulke weiden vol echte weidechampignons. De wegvallende gunstige invloed van klavers en mossen die minder en minder in onze weiden voorkomen mag echter niet uit het oog worden verloren. Ook het feit dat de zaadvorming van het gras nog zelden in onze weiden tot voltooiing komt en hiermee wederom een overdrager van champignonsporen geëlimineerd wordt kan hier een invloed hebben. Het ontsmetten van graszaden heeft natuurlijk hetzelfde effect.

Het veelvuldig gebruik van bepaalde herbiciden die de sporenkieming remmen of het bodemmycelium vernietigen. Men spuit thans met dicotylen-verdelgende middelen op weiden, graskant en korenveld; en met allerlei herbiciden op akkerland en in tuinen. Een recent onderzoek *in vitro* en *in vivo* naar de nevenwerkingen van handelsformuleringen op basis van 2,4-D; 2,4,5-T; MCPA; MCPB; mecoprop; 2,3,6 TBA; simazin; en dalapon, bij P. bispore en P. campestris bewees een schadelijke nevenwerking van 2,3,5-T en MCPB-formuleringen, alsmede een licht toxisch effect van 2,3,6 TBA en dalapon (Poppe 1969).

- Tenslotte komt hier vooral in de industriezones - de luchtvervuiling (vooral door neerslaande schouwgasen) ter sprake, wiens aandeel in de sporenkiemingremming niet uitgesloten is. Bezien wij in die streken maar even het regenwater dat thans troebel, zuur en onwelriekend is terwijl dit vroeger helder en fris was.

Het zou zeer wenselijk zijn dat door toegewijd onderzoek nog andere oorzaken aan het licht kwamen vermits tot nu toe nog geen enkele geteelde Psalliota de kwaliteit, smaak en aroma van de reeds eeuwen gegeerde witte symbiotische weidechampignon kon evenaren.

5. BIOLOGIE EN GROEIVERLOOP IN REINKULTUUR

5.1. Fasen van de levenscyclus bij de bestudeerde Psalliota's

A. Sporenkieming:

Hoger werd beschreven hoe in de natuur van de miljoenen sporen die door een rijpe Agaricus worden afgegeven slechts een paar duizend een passend kiemingsmilieu vinden en hoe van deze hoogstens 1 % een myceliumvestiging in de bodem kunnen tot stand brengen.

Bij de primitiefste vormen van reinkultuur entte men de toen zogenaamde champignonkiemen onder vorm van spoelwater van rijpe meloenbedpaddestoelen op een hoop paardemest (Bonnefons, 1651), zoniet dacht men dat deze kiemen spontaan in paardevijgen aanwezig waren (De Tournefort 1707).

Een der vroegste malen dat in de wereldliteratuur sprake is van eigenlijke min of meer gecontroleerde sporenkieming, was de sporenzaailing van Hoffmann (1860) in water of waterdamphoudend milieu; deze van Chevreuil (in 1861) in proefbuisjes, en deze van Dr. La Bordette in 1862 in een laag vochtige zavel.

De eerste welgelukte sporenenting op "milieu nutritif approprié" (aldus de originele tekst) in vitro, geschiedde pas in 1894 door Constantin et Matruchot te Parijs. Sindsdien zag men het procentisch kiemgehalte der sporen geleidelijk toenemen naarmate betere milieu's en sporenkiemingsstimulanten werden gevonden. Zo kent men thans de stimulering door aanwezigheid van mycelium van dezelfde of andere Basidiomycete (Ferguson 1902; Lösel 1964); bepaalde volatiele substanties afgescheiden door het mycelium zouden hiervoor verantwoordelijk zijn (Stanek 1959). Vermoedelijk is de door het mycelium afgescheiden stof 2,3 - dimethyl - 1 - pentaen (Mc Teague 1959). Ook de agarbodem waarop eerst wat mycelium groeide, hetgeen nadien gedood en weggenomen werd, begunstigde bijzonder de sporenkieming (De Zeeuw 1943).

Men kent ook de stimulering door toevoeging van chemische stoffen zoals door organische zuren nl. succinezuur (Folch 1924); azijnzuur, boterzuur, propionzuur, isoboterzuur en isovalerinezuur aan de agarbodem (Lösel 1967; en tevens door damp van ethyleenbichloride (Bukowski 1954).

Eveneens gunstig zouden zijn de sporen-ontsmetting bv. met chloroform, CCl_4 , CaCl_2 , H_2O_2 , NaCl en geconcentreerde glycerine (Kehl 1942); alsook een thermische behandeling der sporen op 50° gedurende 5 minuten zou een kiemingsbevorderende invloed hebben (Anonymus 1969).

Volgens Hawker (1950) en (Anonymus 1943) werkt de kieming van een eerste spore de kieming van alle overige, op hetzelfde substraat dichtbij liggende sporen, in de hand.

Kehl (1942) onderstreept de onmisbaarheid van koolwaterstoffen en vermeldt een brede pH-speling nl. tussen 3 en 7. Vers genomen goed turquoise sporen van volwassen onafgesneden vruchtlichamen vertoonden het hoogste kiemgehalte (Anonymus 1969). Door bewaring van enige weken bij normale temperatuur, verliest reeds een hoog % der sporen zijn kiembaarheid; daarom is koele bewaring ongetwijfeld beter. Nog heel wat doeltreffender bleek echter de sporendroging in vacuum na dewelke een bewaring van een jaar bij -4 tot $+25^\circ \text{C}$ nog alle sporen hun kiemkracht behielden (Hu and Song 1965).

Bij de aanleg van monosporenkulturen via micromanipulatie of verdunningen noteerde men gewoonlijk slechts 6 gekiemde sporen op 100 enkelvoudige uitzaaiingen (Borzini 1959). Men bekomt een veel hoger kiemprocent wanneer men eerst de sporen in massa uitzaait en dan de gekiemde eruit isoleert met micromanipulator om ze over te brengen in Van Tieghem cellen (Anonymus 1943; Sarazin 1939).

Voor zover de bestaande literatuur in ons bereik is, betreffen de zopas geciteerde gegevens alleen de gecultiveerde Ps. bispore en P. hortensis, hoewel vaak ten onrechte P. campestris genoemd. Enkel Cayley (1936) meldt iets over de kieming van echte viersporige wilde Psalliota campestris die best in Knop solutie kiemt na minstens zeven dagen incubatie; de eerst afgegeven sporen zouden bijna niet kiemkrachtig zijn; de campestris-sporen afgegeven door een levend open vruchtlichaam bezitten hoogstens 6 maand kiemkracht in tegenstelling met de witte bisporus en de bruine hortensis die respectievelijk nog kiemen na 7 en 15 maanden koele bewaring. Over de sporenkieming van P. arvensis en P. edulis vonden wij geen bijzondere publicaties. Onze eigen bevindingen omtrent de vijf bestudeerde soorten lieten toe te noteren:

- dat hun sporen na rechtstreekse afname van de plaatjes met steriele naald

en uitzaaiing op wort-agar steeds voor 1 à 10 % kiemden respectievelijk na 12, 14, 10, 8, en 5 dagen incubatie bij 21° C, en pH 5,5 tot 6,5.

- dat hoe langer de sporenprenten bewaard werden hoe langer de incubatietijd was voor de sporenkieming en hoe lager het kiemprocent.
- dat een zeer vers bereide agar nodig is met vaste watten prop op de proefbuis en dat men liefst lichtjes in de agar prikt bij de enting om de sporen intiem met het vochtig substraat in contact te brengen.
- dat de kieming van solitaire sporen zonder stimuleringsmiddel uiterst miniem is.

B. Myceliumgroei

B1. Myceliumgroei in vitro op agarbodems

Reeds vanaf de tiende dag volgend op de sporenkieming is voor de ingewijde reeds duidelijk het onderscheid tussen de hier besproken vijf Psalliota-soorten waar te nemen, en dit zowel aan de groeisnelheid als aan de vorm.

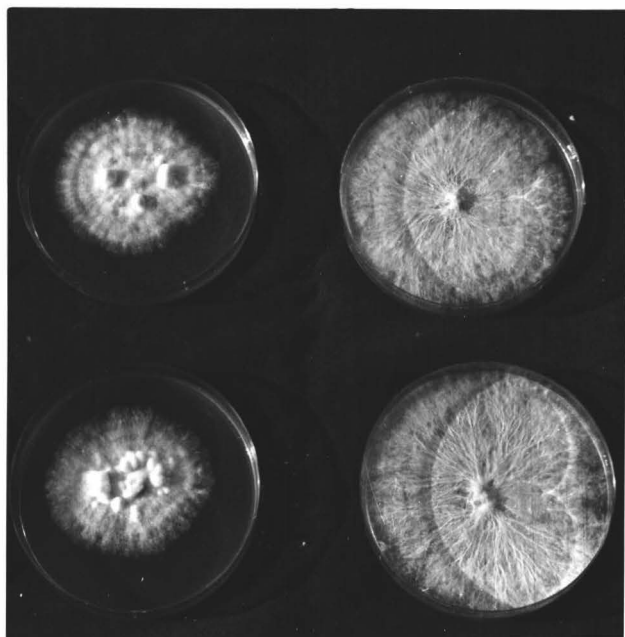


Foto 23: Het opvallend groeiverschil tussen P. edulis (links) en P. bispora (rechts) op wortagar. Men bemerkt reeds de kleine primordia op het edulis-mycelium.

Zo ziet men op wort-agar het spierwit fluweelachtig dichte fijndradig edulis-mycelium (+ kleine primordia) dat op agar slechts 3-7 mm per week groeit t.o. het weelderig, eerder grofdradig wollig pluizend bisporus- en hortensis-mycelium met respectievelijke groeisnelheden van 10-15 en 14-20 mm per week (zie foto 23).

De fijnwollige mycelia van P. campestris en P. arvensis groeien op dezelfde wort-agar respektiefelijk 2-6 en 4-8 mm per week. De pH van deze groeibodem was telkens 6,6.

De wort-agar bestond uit 15 g agar + 250 cc ongehopte bierwort + 750 cc water. Hoewel wortagar voor de bestudeerde soorten steeds ruime voldoening gaf werden gewoonlijk even goede resultaten geboekt met wortel-agar (20 g verse wortels + 15 g agar per l. water); buffered yeast agar (30g/l water); en met yeast-extract agar (23 g/l water). Met azide blood agar, melk agar en urea agar was de myceliumgroei telkens zeer schaars.

In de gevallen waar 2 g CaCO_3 aan 1 l agar werd toegevoegd werd een dichter groeiend mycelium bekomen met rijker kristalbezetting van calcium-oxa laat. Ten einde voor campestris, arvensis en edulis toch een betere groei te bekomen werden telkens met 20 herhalingen entingen geplaatst op hooipoederagar, graszodepoeder-agar, champignonmestsap-agar en tabakstengel-poeder-agar; de drie eerstgenoemden leidden tot dezelfde myceliumgroeisnelheid als wortagar, terwijl de overige alleen bij P. edulis een betere groei toelieten.

Opmerkingen:

1) Het was opvallend hoe onze verschillende natuurstammen van gelijke welke bestudeerde soort zowel macroscopisch als microscopisch hetzelfde groei-beeld en groeisnelheid vertoonden zodat hierdoor onze besprekingen over de gehele lijn enigszins vereenvoudigen.

2) Gezien de zeldzaamheid van de wetenschappelijke publicaties omtrent de myceliumgroei van Psalliota campestris en P. arvensis en P. edulis wordt hier ook niet uitgewijd over de eindeloze reeks literatuurgegevens bij de geteelde P. bispora en P. hortensis. Over P. bispora zal wel verder worden uitgewijd bij de vergelijkende fysiologische gedraging van deze soort met P. edulis. Deze opmerking is tevens geldig voor de broedbodems en teelt-substraten.

Wij steunen hier nog eens op het feit dat wél talrijke publicaties verkeerdelijk handelden over de "cultivated Psalliota campestris": artikels die dus niets te zien hebben met de echte obligaat grasbewonende wilde weidechampignon.

B2. Myceliumgroei in vitro op broedbodems

Behalve een beperkt doch waardevol onderzoek van Cayley (1937) is, voor zover ons bekend is, nergens in de literatuur sprake van enige vorm van broedbereiding van P. campestris en P. arvensis.

Van de door haar geteste broedbodems was alleen een gesteriliseerd mengsel van 2 g gekapt stro + 2 g gekapt hooi + 2 g geplette haver + wat grof zand goed bevonden voor myceliumgroei van campestris en arvensis. Over broed van P. edulis is bij ons weten in de gehele literatuur niets te vinden.

Heel wat meer onderzoek werd reeds verricht omtrent de broedbereiding van de klassieke kulturchampignons P. bisporus en P. hortensis. Zo citeren wij hier de wereldbepaalde promotor van het zaad-en graan-korrelbroed (nl. Sinden in 1937) op basis van tarwe, rogge, gerst, haver, rijst, klaverzaad, bonen, erwten enz., vermengd met een kalkhoudend produkt. Dank zij deze vorser kon het moeilijk verdeelbaar mestbroed grotendeels vervangen worden door voedingrijk loskorrelig entsubstraat.

Bijna even bekend is Stoller (1962) die voor 't eerst enkele beroepsgeheimen over korrelbroedbereiding vrij gaf en o.m. de gewenste verhoudingen van de bij te mengen gips/krijt (= 4/1) berekende, alsmede een minimum vochtgehalte van 38 %; de wijze van enten enz...

Martin (1962) onderlijnde de onmisbaarheid van calcium zowel korrelbroed als in mestbroed, dit voor gelijk welke stam van de kulturchampignons. In 1966 kweekte Lanièce het mycelium van P. hortensis in een rijke voedingsoplossing en spreidde het aldus bekomen "vloeibaar broed" open op kweekbedden met gepasteuriseerde champignonmest; waarna de mest even goed incubeerde als met het klassieke strooibare champignonbroed. Ter vergelijking van de vijf bestudeerde soorten werden alhier tal van broedsubstraten getest waarvan de gegevens in tabel 1 zijn weergegeven.

Uit deze tabellen blijkt dat P. arvensis zich niet thuis voelt op gesteriliseerd substraat, zijn beste groeimidden (gazonbloedbroed) slechts met 5 mm mycelium per week doorlopend.

Hierna volgen P. campestris en P. edulis die eveneens niet zo best groeien in steriel milieu. Voor beide blijken het gierstplasterwortluzernebroed (resp. 10 en 8 mm/week) en het perlietcomplexbroed (resp. 13 en 8,5 mm/week) meest geschikt. Bij P. edulis was de myceliumbezetting telkens veel dichter, korter, witter en fluweelachtiger dan bij P. campestris. Door iets hogere temperatuur zou hun groei wellicht gestimuleerd worden.

Tabel 1: Geteste broedsubstraten en hun waarde voor de myceliumgroei

Benaming van de broedbodem		samenstelling v.d. substraten(steriel) vochtgeh.40 à 50 % (pH 6,2-6,8)		gemiddelde myceliumgroei in mm per week periode van gemiddeld 5 weken				
(telkens 6 à 10 herh. per substr.)				camp.	arv.	ed.	bisp.	hort.
a) <u>champignonmest</u>		gewone gepasteuriseerde paardemestkompost		0	0	3,5	6,5	8
b) <u>graanbodems</u>								
- haverbroed		600 cc haver +100cc krijt		4	3	3,5	6	8,5
- kiemhaverbr.		1000 cc gekiemde haver + 80 cc krijt		4	2,5	3	6	8,0
- havergazonwortelbr.		600 cc haver + 600cc gazonpoeder + 200cc krijt + 200 cc wort		5	4,5	4,5	9,5	12,5
- havergipsbr.		600 cc haver + 50 cc krijt + 150cc gips		3	3	5	12	16
- haveragargazonbr.		1 l haver + 10g agar + 100 cc krijt		4	-	3	6	8
- gierstbroed		600 cc gierst+100cc krijt		4,5	3	5	6,5	8,5
- gierstgazonbr.		600 cc gierst + 600 cc gazonpoeder + 50 cc krijt		5	4	5	6	8
- gierstplaasterwortluzermeelbr.		1 l gierst +25ccwort +150cc luzernemeel +50cc plaaster + 10 cc krijt		10	-	8	16	20
- gazonbloedbr.		500cc gazonpoeder + 5g bloedmeel + 5g glucose +100cc krijt		6	5	5,5	5,5	7
- graszaadbr.		750cc loliumzaad + 50cc krijt		5	4	6	7	9
- paardevijgebr.		750cc oude paardevijgen + 50 cc krijt		0,9	0,5	6	9	11
- havermestpoederbroed		2 l haver +240 cc krijt +200cc graszode +150cc graszaad +200cc gemalen champignonmest		6	4	3	10	12
- gerstbroed		3 l gierst +50cc plaaster +10cc krijt		0	0	2	4	5

c) <u>perlietbodems</u>		camp.	arv.	ed.	bisp.	hort.
- perliettabakstengelbroed	4 l perliet + 1000cc tabakstengelpoeder + 100cc krijt + 200cc gips	0,5	-	1	6	-
- perliettabakgierstmeelbr.	4 l perliet + 1000cc tabakstengelpoeder + 500cc gierstmeel + 100cc krijt + 200cc gips	1	-	2,5	6	-
- perlietkiemhaverbr.	5 l perliet + 600cc poeder van gekiemde haver + 200cc krijt + 100cc champignonmestsap	4	-	6	-	-
- perlietcomplexbr.	5 l perliet + telkens 200cc zagemeel, mestsap, vermiculietpoeder, graszaadpoeder, gazonpoeder, krijt	13	2	5-8,5	8	12
- perlietcomplex glucosebroed	zoals hierboven + 3 g glucose	-	-	5,5	-	-
- perlietgierstmestbr.	5 l perliet + 1 l gierstmeel + 500cc champignonmestpoeder + 150cc krijt + 300cc gips	-	-	4-8	30	40
- perlietgierstmestasparaginebr.	idem + 1 g asparagine	-	-	4-8	10	41
- perlietgierstmestglucosebr.	zoals hierboven doch + 3 g glucose	-	-	5	32	40
- perlietgruismestbr.	3 l perliet + 500cc tarwegruis + 1 l champignonmestpoeder + 100cc krijt + 200cc gips	-	-	-	32	-
- perlietkatoenzaadluzernepaardevijgbr.	3 l perliet + 500cc katoenzaadmeel + 500cc luzernemeel + 500cc oud paardenvijgepoeder	4	0	6	14	19

Zoals verwacht zagen wij de beste groei bij de twee klassieke saprofitische kultuurchampignons, waarbij het mycelium van P. hortensis umbrina tot 40 mm per week uitgroeide en P. bispora albida tot 30 mm per week, beiden op perlietgierstmestsubstraat. P. bispora albida groeide in deze proeven nog lichtjes sneller op perlietgierstmestglucosesubstraat, terwijl P. hortensis wellicht toevallig wat supplementair nut vond in het perlietgierstmestglucoseasparaginesubstraat. Foto 24 toont ons de perfekt geincubeerde broedsubstraten van arvensis, edulis, bisporus en hortensis, terwijl voor het broed van P. campestris verwezen wordt naar foto 27.



Foto 24: De doorgroeide perlietbroedsubstraten van P. arvensis, P. edulis, P. bispora en P. hortensis. Broed van P. campestris zie foto 27.

B3. Myceliumgroei in teeltmilieu

Cayley (1938) kon het mycelium van bruine en witte kultuurchampignons even goed doen groeien zowel op gefermenteerde paardemest, synthetische strokompost of hooikompost als op analoge havermeelbevattende hoog gesteriliseerde substraten, terwijl zij voor P. campestris koud verteerd met grond vermengd substraat, nodig had.

Klushnikova (1939) kon het mycelium van de viersporige campestris doen uitlopen op oude paardemest vermengd met 50 % tuingrond. Nergens wilde

campestris groeien op substraten afkomstig van een warme fermentatie of van een pasteurisatie. Even afzonderlijk beide kultuurchampignons P. bispora en P. hortensis beschouwend dient gezegd dat ruim twintig maal meer publicaties bestaan over de bereiding van kultuursubstraten dan over de broedbodems.

Citeren wij maar even enkele auteurs uit een hele reeks:

Voor de klassieke gefermenteerde en gepasteuriseerde paardemestkompost verwijzen we o.a. naar Bels (1958) en Vedder (1968) waar wij als veel gebruikte mestformule vinden: 1000 kg verse paardemest + 3 kg ureum (46 % N) + 30 kg moutkiemen (+ 4 % N) + 20 kg katoenzaadmeel (+ 6 % N) + 25 kg CaSO_4 + 25 kg CaCO_3 + vocht tot 70 %; eind-pH = + 7; N gehalte 2 tot 2,5 %.

Voor de synthetische strokompost en mestaanrijkingen lezen wij o.a. bij Oversteyns (1965): 1000 kg luchtdroog stro + 25 kg ureum + 100 kg moutkiemen + 20 kg superfosfaat + 60 kg gips + 25 kg CaCO_3 ; en bij Vedder (1961) en Poppe (1966): 350 kg tarwestro + 650 l water + 12 kg ureum of 300 l mestsap + 10 kg moutkiemen + 8 kg koolzure kalk + 20 kg gips + 2 kg kaliumsulfaat + 7 kg superfosfaat. Gerrits (1969) vermeldt nog als nuttige bijmengingen de diverse plantmeelsoorten zoals: luzernemeel (N 4 %) en katoenzaadmeel (6 %N) alsook kippemest tot 100 kg per ton compost, dit laatste in te mengen bij de eerste bewerkingen.

Sinds 1965 is ook veel sprake van ongekomposteerd gesteriliseerd substraat op basis van : 22 % gehakseld stro + 20 % stromeel + 16 % turf + 5 % sojameel + 5 % katoenzaadmeel + 10 % luzernemeel + 22 % CaCO_3 ; vochtgehalte brengen op 70 % (Huhnke und von Sengbush 1969).

Een zeer recente compostmethode is de "quick-compost of PES-compost" volgens Laborde et Delmas (1969) die erin bestaat de gehakselde aangerijkte en bevochtigde mest zonder fermentatie direct gedurende 4 dagen te pasteuriseren en hierna onmiddellijk te enten. Een gehele vervanging van de voorgaande substraten door met stikstof aangerijkt gefermenteerd zagemeel gaf even goede incubatie als met de mestkomposten (Block and Rao 1962).

Een gedeeltelijke vervanging (30 %) van de mestsubstraten door hoogveen (blonde turf) gaf eveneens zeer bevredigende resultaten (Gorshkov 1959). Op al de hoger geciteerde bodems loopt het kultuurchampignonmycelium + 30 à 50 mm per week, tenzij er enige fouten geschieden qua aanrijking, bewerkingen, thermische behandeling of verluchting. Na de volledige incubatie van het teeltsubstraat wordt steeds een laag van + 4 cm vochtige dekgrond (35 à 40 %) op het mycelium gebracht. Ook in deze deklaag die bv. bereid kan worden met

1/3 turf + 1/3 koolas + 1/3 diepgrond + CaCO_3 (tot pH = 7,2) kan het mycelium uiterst snel groeien zelfs tot 70 mm per week. In eigen onderzoek werden incubatietesten aangelegd in de teeltcel (kelder), in de serre en in de weide. In tabel 2 wordt een overzicht gegeven van de myceliumgroei bekomen op diverse macroreinkultuursubstraten voor de vijf bestudeerde soorten. Deze cijfers waren niet steeds gemakkelijk te meten en zijn daarom soms een getrouwe schatting.

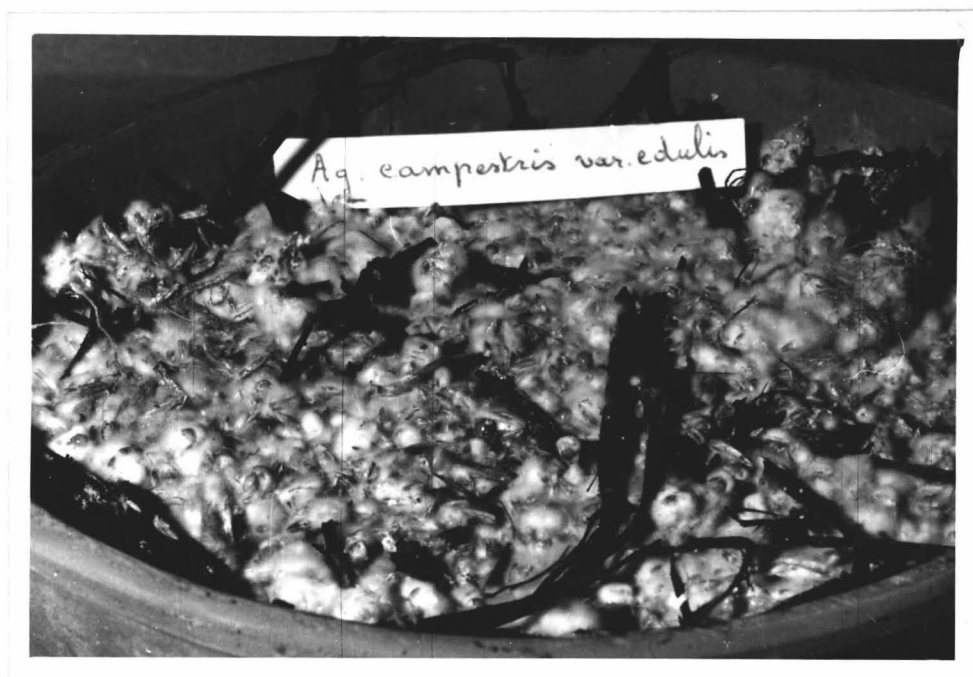


Foto 25: Het uitlopen van edulis-broed de vierde dag na enting. Bij deze soort bekomt de mest geen goudgele vergroeiing na incubatie, doch blijft spierwit en fluweelachtig.

Uit tabel 2 blijkt dat de beste P. campestris-milieu's deze zijn in serre op weideleemgrond + levende gazon of gazonpoeder, alsmede in open lucht-gazon op voorwaarde dat de geënte broedblok een tamelijk solied geheel uitmaakt.

Bij P. arvensis was bijna nergens wat myceliumgroei waar te nemen, tenzij op een mengsel van weideleemgrond + dode of levende gazon. Met P. edulis konden wij overal groei noteren doch hier ook is bij 15° C de myceliumgroei traag en dicht zodat in het beste geval nl. op klassieke gefermenteerde en gepasteuriseerde champignonmest niet meer dan 18 mm per week kon genoteerd worden.

Tabel 2: Groeiselheid van het mycelium op diverse kultuursubstraten

Kultuursubstraten geënt met broed, vochtgehalte telkens 65-70 % pH tussen 6 en 7	myceliumgroei in mm (gemiddelde van 3 tot 6 herhalingen)				
	camp.	arvens.	ed.	bisp.	hort.
<u>In teeltcel</u>					
- gepasteuriseerd graszaad- mengsel +1% CaCO ₃ , met broed vermengd	1	0,5	8,5	14	20
- gepasteuriseerd gehakseld hooi	0,5	-	7	17	22
- gespoelde gepasteuriseerde klassieke champignonmest, uitgeperst tot 70% vocht	0	0	11	29	40
- idem + warme gespoelde gras- wortels	2	-	8	16	20
- gewone gepasteuriseerde klassieke champignonmest (zie foto 25)	0	0	18	32	40,5
- warm gespoelde graswortels (60°C) + 50% champignonmest	1	-	11	15	17
<u>In serre, potkultuur</u>					
50cc broed centraal in de pot onverdeeld ingeplant					
- weideleemgrond + 10% champig- nonmestpoeder + 1% krijt	5	0,3	6,5	10	9,5
- weideleemgrond + 10% dode gazonpoeder + 1% krijt	6	3	5	8	8
- weideleemgrond + levend groeïend gazon *(intense vergroeiing van mycelium en graswortels)	7*	2*	6	7	7,5
- 50cc broed homogeen gemengd in de weidegrond + champig- nonmestpoeder *(broeddeeltjes kregen 60 % bacterierot)	0,1*	0*	2,5	4	5
- weideleemgrond + 10% paar- devijgenpoeder + levende gazon + 1% krijt	4	0,4	5,5	9	11

<u>Gazon op leemgrond in open lucht</u>					
- haverbroedblok onverdeeld 5 cm diep	8	0	3,4	5	7
- idem homogeen verdeeld 5 cm diep *(veel bacterierot op mycelium)	1*	0	2,5	2	3
- gierstperlietbroedrol onverdeeld 5 cm diep	idem	0	3,5	idem	idem
- gazon-en bodemmycelium uit natuur overgeplant in proefgazon *(veel te lijden van wateroverlast in zomer 1969)	1*	0	5	-	-
- mestbroedrol onverdeeld 5 cm diep	-	-	4	20	30

Opmerking: enige ontledingscijfers

- 1) Weideleemgrond: in procent op 100 g droge stof: 1,5 % N; 0,06 % P_2O_5 ; 0,03 % K; 0,09 % Ca; 0,006 % Mg; 0,001 % Na.
- 2) Haver: 11,4 % vocht; 3,9 % as; 11,9 % ruw eiwit; 4,7 % ruw vet; 69 % overige koolhydraten; 0,08 % Ca; 0,30 % P_2O_5 ; 0,41 % K; 0,13 % Mg; 0,02 % Cl.
- 3) Gierst: 11,9 % vocht; 5,8% as; 11,6 % ruw eiwit; 3,7 % ruw vet; 70,0 % overige koolhydraten; 0,01 % Ca; 0,30 % P_2O_5 ; 0,30 % K; 0,20 % Mg; 0,01 % Cl.
- 4) Gefermenteerde champignonmest in % van de droge stof (verse mest bevat 70 % vocht); 14,6 % ruw eiwit; 1,8-2,2 % N; \pm 50 % koolhydraten; C/N = 23-26; \pm 31 % as; 2 % K_2O ; 1 % P_2O_5 en 5-7 % CaO.

Dit belet echter niet dat men met een goede milde meng-enting een volledige incubatie kan bekomen na \pm 3 weken, dit is bijna even vlug als met bisporus en hortensis. Bij een temperatuur van 5° hoger zou^u zelfs geen achterstand zijn t.o. laatstgenoemde soorten. Men hoeft niet verwonderd te zijn dat bisporus en hortensis het allerbest doen (resp. 32 en 40 mm/week) op de voor hen sinds eeuwen speciaal bestudeerde gefermenteerde en gepasteuriseerde champignonmest.

C. De vruchtzetting

C1. Vruchtzetting in vitro op agar
.....

P. edulis vormde talrijke erwtgrote bolvormige primordia (foto 23) op

alle hoger geciteerde agarbodems, doch veel intenser bij normale dagbelichting dan in ononderbroken volkomen duisternis (zie ook Heinemann 1954). Ook bij Ag. campestris bekwamen wij nu en dan primordia doch deze waren zeer vormloos, kleiner dan bij edulis, en gelijkten eerder op geslachtige scleroten. Bij P. arvensis, P. bisporus en P. hortensis werd nooit enig initiaal van vruchtzetting waargenomen.

In de literatuur is voor zover deze in ons bereik was, nergens sprake van enige vorm van vruchtzetting op agar voor de hier bestudeerde 5 soorten, tenzij zoals pas gezegd bij Prof. Heinemann in 1954 betreffende P. edulis. Dit geldt ook voor het hier volgende kapittel over vruchtzetting op broedsubstraat.



Foto 26: In dit hoogstens 200 cc metend haverbroed van P. edulis vormden zich twee dikke vruchtlichamen die later normaal sporuleerden.



Foto 27: De zich in boog vormende amorfe primordia van P. campestris die nooit verder ontwikkelden.

C2. Vruchtzetting in vitro op broedsubstraat

Wij bekwamen analoge resultaten zoals met agar doch hier groeiden de primordia van P. edulis slechts in 1 % der gevallen uit tot volledige vruchtlichamen van + 20 g (zie foto 26). Bij P. campestris vormden zich de amorfe primordia boogvormig langs de binnenwand van het bokaalglass (zie foto 27).

Bij P. bispora var. albida bekam ik ten uitzonderlijke titel éénmaal een drietal mooie kleine vruchtlichamen op broed-substraat in een erlenmeyer.

C3. Vruchtzetting in teeltmilieu - invloedsfactoren

Het is alleen over de vruchtzetting van kultuurchampignons dat meerdere publicaties te vinden zijn; en deze handelen dan nog niet zozeer over het integrale teeltmilieu als dusdanig, doch enkel over de factoren die de vruchtzetting kunnen beïnvloeden. Aangezien enige van deze factoren eventueel ook van toepassing zouden kunnen zijn bij P. edulis, arvensis en campestris worden de bevindingen van enige auteurs hier aangestipt.

Zo was het Flegg (1956, 1959 en 1961) die er de aandacht op vestigde dat zonder deklaag slechts uiterst zelden vruchtlichamen voorkomen; dat Calcium een zeer belangrijk kation is in deze deklaag; en dat stijgende doses N-, P - en K - zouten in de dekaarde het aantal vruchtlichamen minder talrijk doch zwaarder maken. Hij onderlijnt tevens het groot belang van water in de dekgrond.

Schisler (1957) dacht dat bij "the cultivated mushroom, Ag. campestris L. ex. Fr." (steeds dezelfde benamingsfout die honderden malen in de literatuur weerkomt) de vruchtzetting geïnduceerd wordt door de accumulatie van hormoonachtige stoffen, afgescheiden door het mycelium in de mestlaag; de deklaag zou deze accumulatie echter ten eerste in de hand werken.

Eger (1959 en 1962) kon uit proeven veronderstellen dat microorganismen essentieel zijn voor de vorming van vruchtlichamen. Wanneer voldoende bacteriën in de deklaag aanwezig zijn kunnen zij er de myceliumgroei remmen en de vruchtzetting initiëren.

Edwards (1962) vond dat de vruchtzetting ten eerste gestimuleerd wordt door verhoogde toediening van stikstof, gips, bepaalde micro-elementen in de mest en door vermeerdering van de mestlaagdikte, terwijl hoge doses superfosfaat en kalium een negatieve invloed uitoefenden.

Reynders (1963) meent samen met Tschierpe (1959) dat terwijl het mycelium van Ag. bisporus evengoed groeit bij een lichtsamenstelling van 70 vol % N_2 + 30 vol % O_2 , als bij 95 vol % N_2 en 5 vol % O_2 , doch dat men met 5 % O_2 nooit vruchtlichamen kan verwekken. Wat CO_2 betreft zou de myceliumgroei licht geremd worden vanaf 2 vol % en totaal ophouden bij 32 vol % terwijl de carpogenese reeds belet wordt bij 0,5-1 vol % CO_2 in de lucht waarin het teeltmilieu zich bevindt.

Solari (1962) noteerde een oogstvermindering van 48 % na kompostaanrijking met 300 g diammoniumfosfaat per m³ mest en van 9 % na kompostaanrijking met 900 g superfosfaat per m³ mest.

Garibova (1966) bekwam de meest stabiele vruchtzetting bij polysporekulturen; deze laatste bleken o.m. minder afhankelijk van diverse teeltcondities dan de monospore-stammen.

San Antonio (1966) injecteerde opgeloste vitaminen, NH₄SO₄, glucose en caseïne in champignonbedden doch bekwam enkel met caseïne af en toe een lichte oogstvermeerdering.

Schisler (1967) verkreeg een oogstvermeerdering van meer dan 5 kg/m² door bij het afdekken de geïncubeerde champignonmest aan te rijken met gemalen zaden of proteïne-olie combinaties; bepaalde sterolen zouden de fructificatie kunnen stimuleren.

Het is begrijpelijk dat over de sinds eeuwen geteelde kultuurchampignons reeds heel wat onderzoek en publicatie werd verricht omtrent het verwekken en stimuleren van de vruchtzetting. Voor P. campestris, arvensis en edulis werd tot nu toe hoogstens tot teelt pogingen overgegaan en dit steeds met negatief resultaat.

Uit eigen werk bleek na aanwending van talrijke teeltvariëaties op de hoger vermelde substraten (zie B3) nooit vruchtzetting te geschieden van P. campestris, noch van P. arvensis, doch wel van bisporus en hortensis mits aanbrengen van de dekaarde. De produktie van beide laatstgenoemde soorten bedroeg meestal 140 tot 300 kg champignons per ton substraat. Voor P. edulis volgen hier nadere bijzonderheden.

C4. Vruchtzetting in teeltmilieu - positieve resultaten met Psalliota edulis

a) in de ondergrondse steeds donkere kultuurcel

Na een hele gamma proeven werden de allereerste natuurgetrouwe vruchtlichamen van Psalliota edulis waargenomen in een reeks bloempotten elk gevuld met 150 cc teeltsubstraat bestaande uit 89 g bevochtigd (70 % vocht) gepasteuriseerd weidegraszaadmengsel + 1 g krijt + 10 g P. edulis-gierstebroed; hierboven een deklaagje leggend bestaande uit 1/3 leemgrond + 1/3 hoogveen + 1/3 koolas + 1 % CaCO₃ (mengsel 40 % vocht, pH 7,2). Deze 150 g substraat was telkens cilindervormig onverdeeld ingeplant in het centrum van de bloempot omgeven door 800 cc weidegrond, zodat de pot geheel gevuld werd met 1000 cc inhoud. Deze eerste vruchtzetting van de viersporige P. edulis bedroeg

4 vruchtlichamen samen wegende 83 g, hetgeen geschiedde op 21/4/69 (zie foto 28). Twaalf dagen later oogstten wij hier nog 1 vruchtlichaam van 16 g zodat deze 150 cc graszaadbroed + grond reeds 99 g vruchtweefsel produceerde.

Een tweede proefserie geschiedde met 500 g champignonmest en wij noteerden gemiddeld 200 g per pot in 4 vluchten. Nadien werd eveneens milde vruchtzetting bekomen op afgedekte geïncubeerde substraten van 10 cm dik (500 g per pot) op basis van gespoelde champignonmest, en van 50 % gespoelde champignonmest + 50 % gepasteuriseerde gespoelde gehakte graswortels. De vruchtzetting bij 16° C ving gewoonlijk aan de vijfde week na 't afdekken en duurde dan ruim 84 dagen met om de 12 dagen enkele vruchtlichamen (een vlucht).



Foto 28: De allereerste volwassen vruchtlichamen van P. edulis werden bekomen op met aarde omgeven graszaad. Graszaadbroed in bloempotten. (1)

Het dient opgemerkt dat de vruchtlichamen van P. edulis zich in deze proeven ruim 10 dagen later vormden dan de gelijk geënte P. bispora bij gelijke temperatuur. In dit opzicht dient dus nog een zekere achterstand te worden ingelopen; men vergete echter niet dat de éérste toenmalige kulturen van P. bispora ook heel wat langer uitgesponnen waren dan dat dit nu het geval is. Vermoedelijk is bij P. edulis de warmte een doorslaggevende factor.

(1) Alle foto's in dit proefschrift zijn origineel.

b) in de serremilieu

Ook hier konden in bloempotten vruchtlichamen bekomen worden van P. edulis na enting van dit broed op poeder van 50 % champignonmest + 50 % vochtige tuingrond, zowel als deze bezaaid waren met gras als wanneer er geen levend gras omtrent was.



Foto 29: Een blik op de kultuurproeven onder glas in met gras bezaaide bloempotten op divers organisch substraat bedekt of omgeven door met graswortels doorlopen grond.

De vruchtlichamen vormden hun steelbasis echter ruim 5 cm diep zodat de hoeden de grond dienden omhoog te duwen. Ook in glazen potten met gras bezaaid kwamen wij dikke vruchtlichamen. Eveneens potproeven met P. bispora alba en P. hortensis umbrina gaven zeer bevredigende fructigene resultaten. (zie foto 29)

c) in de weide

Terwijl het overplanten van bodemmycelium van P. edulis uit vivo naar onze proefweide geen resultaten in verband met de vruchtzetting tot stand bracht, kwamen wij in dit natuurmilieu meerdere mooie edulis-vruchtlichamen na enting van de graszode op 5 cm diep.

Bij heet zonnig weder was hun aantal schaars en ontstonden zij onder de maailijn; bij vochtig besloten weder vormden zij zich talrijker en netjes boven de maailijn (zie foto 30). Analoge opmerkingen gelden voor P. bisporus en P. hortensis die ook mild frictificeerden in het weidegazon.



Foto 30: Een beperkte opname van de vruchtzetting van P. edulis in weidegazon zeven weken na de enting van deze zode op 5 cm diepte met perlietbroed.

Hoe en waarom?

De deklaag bleek ook voor P. edulis een bijzonder stimulerende zoniet bijna onmisbare faktor tot vruchtzetting; zij had bij P. campestris en P. arvensis geen fructificatie-effect.

Waarom P. campestris noch P. arvensis zich wilden lenen tot de vorming, zelfs niet van één enkel plukbaar vruchtlichaam, ook niet wanneer levend gazon ingroeit op een 15 cm dikke levende kunstmatige myceliumlaag, blijft een open vraag.

De vruchtlichamen van P. edulis groeiden steeds trager op dan de klassieke kultuurchampignons, zij waren kortsteliger en spierwit, zij bleven langer gesloten en waren heel wat vast-vleziger, hetgeen vermoedelijk een voortgezette uiting is van de trage intense myceliumgroei in het kultuursubstraat. Aan dit laatste danken wij wellicht de relatief hoge produktie en

de relatief zware hoeden van deze soort, omdat bij een intense gecondenseerde ragfijne myceliumgroei meteen een intense uitbating van het substraat mogelijk is, wat dus de vruchtlichamen ten goede komt. Wij noteerden namelijk gemiddelde gewichten naargelang het substraat en substraatdikte gaande van 8 tot 244 g.* Ook de tamelijk grote onderlinge afstand tussen de vluchten en de lange oogsttijd zijn een gevolg van de relatief trage doch vitale ononderbroken myceliumgroei.

5.2. Laboratoriumonderzoek naar de mogelijkheden van symbiose

a) Opvallende wederzijdse affiniteit van mycelium en graswortels

In een eerste proefreeks werden in 10 % bleekwater ontsmette graszaden van Lolium perenne op steriele wijze ingeplant in een fijne myceliumlaag op $\pm 1/2$ mm afstand van de agarlaag in proefbuisjes. Dit geschiedde eerst voor P. campestris, P. arvensis en P. edulis en nadien op dezelfde wijze met P. bispora en P. hortensis. Het was zeer aanschouwelijk hoe elk graszaadje in het mycelium kiemde en na een paar dagen mooie worteltjes vlocht in en rond het mycelium terwijl hieruit een perfect gezonde groene primordiale grashalm opgroeide (zie foto 31).

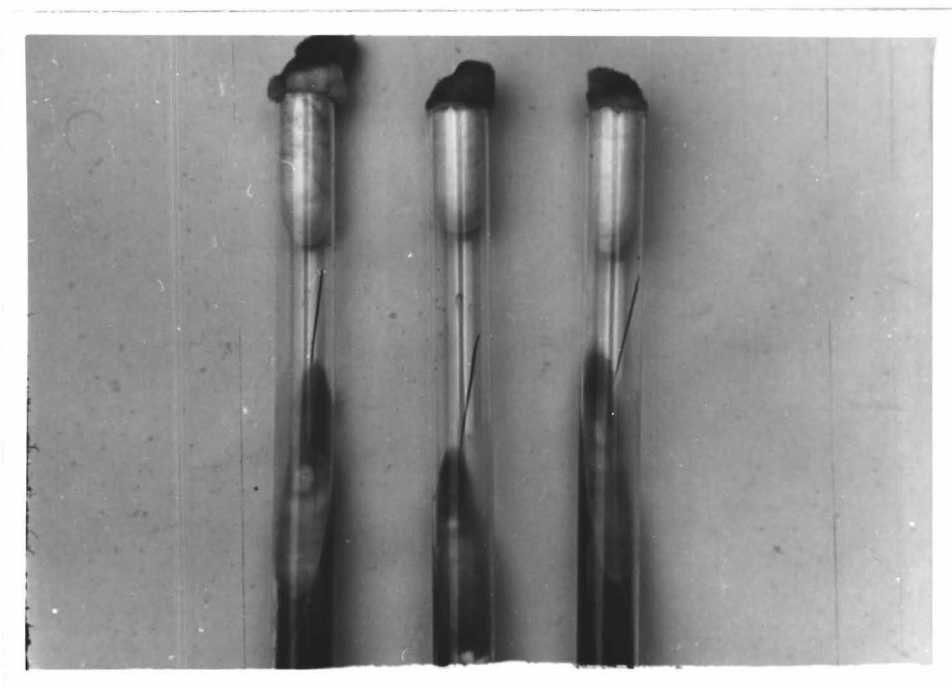


Foto 31: De primordiale grashalmen groeien snel op terwijl hun wortels zich innig doorheen het mycelium weven.

* gewichten per edulis-vruchtlichaam

In een tweede proefreeks werd (van elke soort) gierstperlietbroed bereid in konische bokalen met 750 cc substraat, waarop na incubatie een vochtige leemlaag (35 % vocht) + CaCO_3 tot pH 6,5) van 4 cm werd aangebracht in dewelke wij onmiddellijk een weidetype-grasklaverzaadmengsel inzaaiden.



Foto 32: De linker bokaal (10° dag) toont duidelijk de neerwaarts schietende gras- en klaverwortels die verder ongehinderd in het broed door-groeien. In de rechter bokaal was het gras pas 5 dagen gezaaid.

In een tijd van 6 dagen was het zaad reeds tot een reeks kiemplanten uitgegroeid en boorde de 10° dag recht geotropisch zijn eerste en volgende graswortels in het onderzittend mycelium (zie foto 32). Na een zestal weken werd de deklaag een echt gazon en werd het mycelium vooral tussen glas en broedsubstraat, met een dicht wortelnet doorweven. Uiteindelijk werd deze kunstmatige zeer enge situatie zowel voor gras en klaver als voor mycelium zeer ongunstig zodat afwisselend het mycelium of het gras, zoniet beiden tot verwelking, verrotting of wegwijning overgingen. Hier dient evenwel opgemerkt dat P. edulis weinig gevoelig is tegenover wateroverlast terwijl de overige mycelia het langer uithouden bij relatief droge omstandigheden.

Dat wij hier een grote affiniteit vanwege de graswortels tegenover het mycelium waarnemen wordt minder onverwacht wanneer wij lezen bij Torev (1965) hoe voedingsoplossingen met erin verdeeld mycelium van P. campestris de groei en opbrengst van tomaten opvallend verbeterden.

b) Microscopische waarnemingen

Bij elke Psalliota-soort werden een paar gewortelde grasjes heel voorzichtig samen met wat door mycelium omgeven worteltjes uit de proefbuisjes weggenomen. De wortels werden in enkele stukjes verdeeld en na fijnwrijving in een mortier gedurende 18 uur gedrenkt in een oplossing van 1 g katoenblauw + in 600 cc melkzuur. Door deze behandeling werden de hyfen, die eventueel in de wortelcellen aanwezig waren, lichtjes blauwgekleurd en aldus beter zichtbaar.

Foto's 33 en 34 geven ons een microscopisch beeld van een der vele met Psalliota-hyfen bezette graswortelcellen respektievelijk van P. campestris en Psalliota edulis. Ook bij de drie overige hier bestudeerde Psalliota's, doch minst duidelijk bij Psalliota hortensis konden wij de symbiotische Psalliota-hyfen (endotrofe mycorrhiza) met microscopische vergrotingen van 400 maal in de graswortelcellen waarnemen. De hyfen zijn echter steeds uiterst fijn uit opeenvolgende worstvormige cellen opgebouwd en kronkelen zich vaak willekeurig van de ene plantencel naar de volgende. Hiermee is de mogelijkheid van symbiose een bewezen feit.

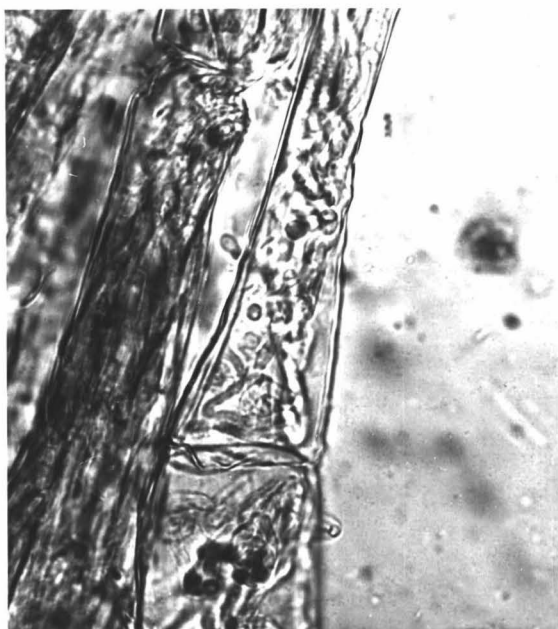


Foto 33: Endotrofe mycorrhiza bij
P. campestris

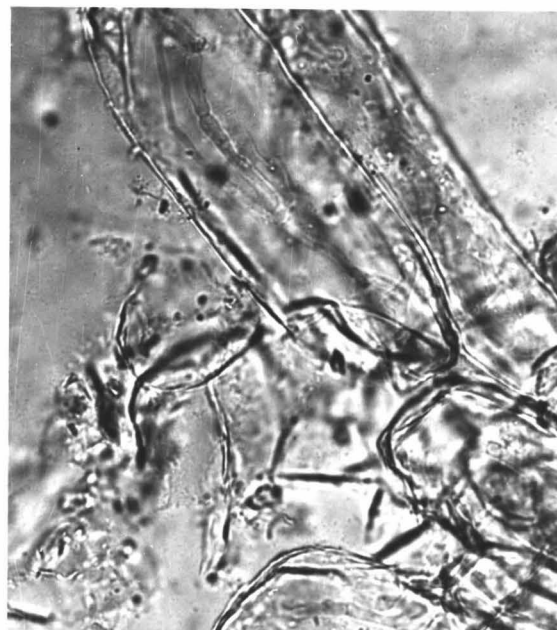


Foto 34: Duidelijke endogene hyfen van
P. edulis in graswortelcellen.

Nergens vonden wij resten van haakvorming bij de overgang van de ene hyfencel naar de andere, noch ergens kristalvormige deeltjes van calciumoxallaat. Vermits men er tot nu toe niet kon in slagen om vruchtlichamen te

bekomen van P. campestris en van P. arvensis in reinkultuur bestaat er ruime kans dat het hier gaat om twee obligaat grasbewonende Psalliota's. Het blijft echter zeer verwonderlijk dat geen van beiden enige vorm van hoedvormige vruchtzetting vertoont, ook al groeien talloze graswortels in en rond het myceliumhoudend substraat. Er zou dus voor fructificatie niet alleen levend gazon nodig zijn doch tevens een andere vruchtzettingsstimulus, die misschien van bacteriële, insect-, mos-of wierachtige oorsprong moet zijn.

Vermits wij nu naast P. bispora en hortensis ook bij P. edulis de volledige levenscyclus op dood en zelfs gefermenteerd substraat kunnen voltrekken, betitelen wij drie hogergenoemde soorten als drie facultatief grasbewonende Psalliota's.

5.3. Nadere bijzonderheden over de vergelijkende fysiologische gedragingen van P. bispora alba en P. edulis.

A. In de literatuur: alles tegen niets

Ter gelegenheid van de voorbereiding van dit proefschrift werden meteen alle mogelijke literatuurgegevens op steekkaart gebracht betreffende levensverrichtingen en hun invloedsfactoren bij de witte kultuurchampignon Psalliota bispora. Het werd echter weldra een berg van steekkaarten terwijl ernaast hoogstens een drietal artikels konden bijeengebracht worden handelend over de fysiologie van Psalliota edulis, de zwam van dewelke onze reinkultuur met vruchtzetting gepaard ging en die ons dus verder interesseert. Het zou dan ook geen zin hebben om op integrale wijze alle reeds gekende fysiologische gedragingen van de witte kultuurchampignon opnieuw te onderzoeken ten einde deze onder alle oogpunten te vergelijken met de witte P. edulis. Het zou trouwens meerdere jaren ononderbroken werk vragen.

Wij dienden er ons derhalve toe te beperken om enkel die fysiologische aspecten even te belichten welke ons het dichtst bij de groeiverbetering van P. edulis brengen, vermits deze zwam voorlopig nog minder snel groeit op agar en op broedsubstraten en ook minder vlug fructificeert dan P. bispora bij dezelfde temperatuur. Daarom zullen hier hoofdzakelijk precies die aspecten of factoren belicht worden van dewelke hun invloed bij P. bispora gekend is, in de hoop aldus ook iets te ontdekken bij P. edulis.

Wij denken bv. aan voedingsstoffen, de groeistoffen, de invloed van buurmycelium die wij hier onder vorm van groeiaffiniteiten en tropismen onderzoeken; en aan diverse factoren zoals de minimale vloeibare voedingsbodem;

het licht, warmte, pH, verluchting, exudatie en gasontwikkeling, enzymen, tolerantie insecticide, fungiciden en herbiciden.

B. Groeiaffiniteiten en tropismen

Over tropismen bij zwammen is nog zeer weinig onderzoek verricht en bij ons weten is niets bekend over groeiaffiniteiten (het beter groeien op, in of naar een bepaald milieu) en tropismen (een voorkeursgroeirichting) van mycelium of vruchtlichamen van gekultiveerde Psalliota's. Het is echter een feit dat zich bij de hyfen van zwammen zowel diverse chemotropismen kunnen voordoen als bij de wortels van hogere planten. Ook bij de vruchtlichamen kunnen tal van tropismen voorkomen zoals bv. het scheef fileren van champignonhoeden in de richting van een kleine opening in een slecht verlucht milieu.

Deze studie zal vooral handelen over de chemotropismen, in het bijzonder het nagaan of een bepaald voedingselement dat op 0,5 cm van het groeiend mycelium werd gebracht, hier een groeiversnelling of groeirichtingsvoorkeur laat waarnemen. Het geteste voedingselement werd telkens in twee concentraties van een oplossing in de nabijheid van het mycelium gebracht via een strookje van 1 cm² filtreerpapier dat in de getoetste oplossing werd gedrenkt en lichtjes gesteriliseerd. Het mycelium was telkens geënt op arme wateragar, ten einde een eventueel groeieffekt van deze complementaire voedings-elementen zo duidelijk mogelijk te kunnen waarnemen. De waarnemingen omtrent de myceliumgroei zouden moeten toelaten de positieve of negatieve groeiaffiniteit te kennen en hieruit af te leiden welk voedingselement als vermoedelijke limiting-faktor mag aanzien worden.

a) Nabijheid van suikers

..... Bij Psalliota bispora worden bepaalde pentosen (d-xylose, l-arabinose) en hexosen (glucose, en fructose) als zeer belangrijke suikers aanzien (Bohus 1959; Garibova 1962); ook zetmeel en maltose worden graag geassimuleerd. Bij Ps. edulis is hierover niets bekend. Volgende tabel 3 geeft een beeld van de vergelijkende myceliumgroei van Psalliota bispora var. albida en Psalliota edulis t.o. het suikerbevattende teststrookje. De cijfers zijn weergegeven in mm na drie weken myceliumgroei en hebben betrekking op glucose, fructose en xylose. Een + teken beduidt dat het mycelium op en over het strookje groeide en dat dus de affiniteit voor het geteste element positief is; het eronder vermelde cijfer geeft aan hoeveel mm het mycelium over het strookje groeide. Een - teken beduidt dat het mycelium niet tot op het strookje wil groeien en het cijfer in die kolom toont ons de afstand tot het strookje.

Bovendien wordt steeds de gemiddelde groeistraal weergegeven aan de zijde van het strookje (steeds rechts) en aan de andere cirkelhelft nl. steeds links van de centrale entplaats.

Tabel 3: Verhouding van myceliumgroei t.o. teststrook gedrenkt in suikeroplossing; gemid. straal van het mycelium in mm; telkens 4 herhalingen;
R = 0,24 g/ml water = richtdosis

	P. bispora				P. edulis			
	tropisme		straal		tropisme		straal	
	-	+	links	rechts	-	+	links	rechts
Glucose R		11	36	26		12	19	23
$\frac{R}{4}$		11	36	26		10	20	20
Fructose R		5	25	23		13	22	33
$\frac{R}{4}$		8	26	25		11	21	29
Xylose R		7	30	19		15	33	34
$\frac{R}{4}$		9	34	28		16	33	33
Blanco		20	30	28		11	22	23

Uit de waarnemingen blijkt dat op deze arme referentiebodan er vanwege P. bispora heel wat minder affiniteit is voor suikers dan bij P. edulis hetgeen meest uitgesproken is met fructose en xylose.

b) Nabijheid van aminozuren en pepton

Meerdere vorsers waaronder Delmas et Poitou (1967); Renard et Casimir (1953); Casimir et Heinemann (1953); Garibova (1964); Treschow (1944); Styer J. Franklin (1930); en Bohus (1959) onderlijnen het belang van de aminozuren vooral glutaminezuur, asparagine, en alanine, glycine, leucine, creatine, en (in aanwezigheid van thiamine) tevens phenylalanine, methionine en proline (Fraser 1958), als stikstofbron voor de myceliumgroei van kultuurchampignons. Chemotropismen van zwammen t.o. aminozuren vinden wij beschreven bij Fisher (1955) en Carlile (1965).

In volgende tabel 4 worden onze waarnemingen weergegeven van tropismetesten bij P. bispora en P. edulis t.o. asparagine, en alanine. Meteen werd ook de invloed van pepton nagegaan.

Tabel 4: Gedraging van myceliumgroei t.o. in aminozuur gedrenkte teststrook en gemid. straal van het mycelium in mm, telkens 4 herhalingen, na 4 weken groei. R = 0,24 g/ml H₂O

	<u>P. bispora</u>				<u>P. edulis</u>			
	tropisme		straal		tropisme		straal	
	-	+	links	rechts	-	+	links	rechts
Asparagine R		18	38	24		3	14	14
$\frac{R}{4}$		22	38	24		8	19	19
Alanine R		7	27	20		0	11	8
$\frac{R}{4}$		16	27	23		3	14	14
Pepton R		29	22	40		16	22	26
$\frac{R}{4}$		29	24	40		14	21	22
Blanco		20	30	28		11	22	23

Uit de tabel blijkt dat pepton hier voor P. bispora een uitzonderlijke groeistimulans betekent precies op de cirkelhelft waar het strookje gelegen is (zie foto 35), terwijl tevens een lichte dosis asparagine gunstig bleek. Bij P. edulis bekwamen wij analoge resultaten doch minder uitgesproken.

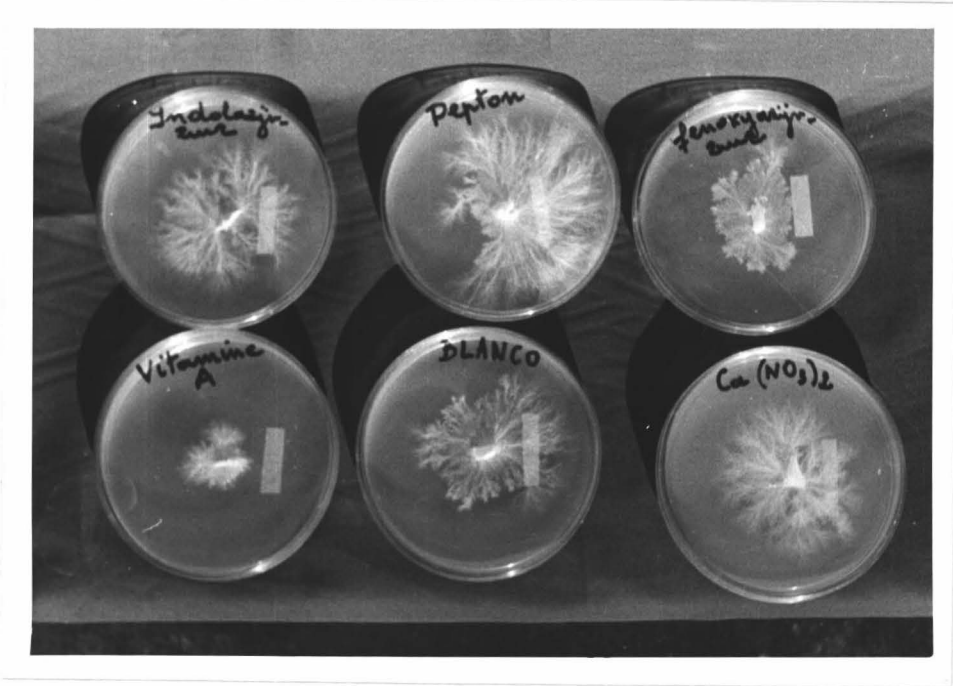


Foto 35: Groeiaffiniteiten en tropismen bij P. bispora.

c) Nabijheid van zouten
.....

De belangrijkste en meest bestudeerde zouten bij de kultuurchampignon zijn de fosfaten (Kritskii and others 1965). Het belang ervan werd tevens onderzocht door Willam (1955-56). Over chemotropismen bij bodemschimmels t.o. fosfaten spreekt Koenig (1961 en 1963); volgens deze auteur zouden de levende wortels van hogere planten (o.a. rogge) de chemotropische activiteit van bodemschimmels stimuleren naar ruwe fosfaatdeeltjes. De vaak onmisbare invloed van tal van andere zouten zoals KCl ; $CaCl_2$; $MgSO_4$; KNO_3 , wordt aange-
stipt door Flegg 1961; Bohus 1959; en Poppe 1962 en 1968. Ter vergelijking van P. bispora en P. edulis werden hier de groeiaffiniteiten getest van hun mycelium t.o. K_2HPO_4 , KNO_3 , $Ca(NO_3)_2$ en $NaCl$; hetgeen in tabel 5 is weergegeven.

Uit deze tabel blijkt dat bij P. bispora een geringe groeibevordering tot stand komt door $Ca(NO_3)_2$ (zie foto 35). Bij P. edulis was K_2HPO_4 licht stimulerend terwijl hier met KNO_3 een negatief tropisme is waar te nemen.

Tabel 5: Gedraging van de myceliumgroei t.o. in zout gedrenkte teststrook en gemid. uitgroeistraal na 4 weken in mm, telkens 4 herhalingen;
R = 0,24 g/ml H_2O

	<u>P. bispora</u>				<u>P. edulis</u>			
	affiniteit		straal		affiniteit		straal	
	-	+	links	rechts	-	+	links	rechts
K_2HPO_4 R		7	22	16		13	23	23
$\frac{R}{4}$		8	24	17		10	21	20
KNO_3 R		15	16	25	1		20	10
$\frac{R}{4}$		21	22	34	4		20	10
$Ca(NO_3)_2$		23	17	26		6	22	20
$\frac{R}{4}$		22	25	24		3	21	18
Blanco		20	30	28		11	22	23

d) Nabijheid van vitaminen
.....

Wat dit aspect betreft dient wel op de soms intens groeistimulerende invloed van bepaalde vitaminen gewezen, doch hier is de invloed soms zeer verschillend naargelang de gebruikte bisporus-kultuurstem. Bohus (1959) noteer-

de in dit opzicht buitengewone groeibevorderingen met aneurine (thiamine of B1), biotine, nicotinezuuramide, natriumpantothenaat en allerlei combinaties van deze. Bijzonder groeistimulerend was echter ook 12 % moutextract.

Reeve (1952) negeert niet de myceliumgroeistimulerende invloed van Calciumpantothenaat, thiamine-HCl, pyridoxine-HCl, en riboflavine, doch wel hun positieve invloed op de oogstvermeerdering na menging in de compost hetzij afzonderlijk of in combinatie met elkaar. Met B-complex vitaminen in waterige oplossing van teeltcompost vóór het afdekken om de 10 dagen toegevoegd konden Hoffman and Hunt in 1958 de oogstperiode verlengen en de produktie met 30-50 % verhogen.

Wat betreft Psalliota edulis kon in onze agarkultuur tientallen malen de uiterst groeistimulerende invloed van mout-ekstrakt voor het mycelium worden waargenomen, hoewel deze zwam zelfs in de beste gevallen nooit zo snel groeide als P. bispora. Dit blijkt trouwens ook uit tabel 6.

Tabel 6: Gedraging van de myceliumgroei t.o. in vitamineoplossing gedrenkte teststrook en gemiddelde uitgroeistraal in mm, telkens 4 herhalingen
R = 0,12 g/ml H₂O

	wortagar								wateragar							
	bisporus (4w)				edulis*				bisporus				edulis*			
	trop.		str.		trop.		str.		trop.		str.		trop.		str.	
	-	+	l.	r.	-	+	l.	r.	-	+	l.	r.	-	+	l.	r.
-Vit.A, droogp. 1g= 325.000IE		28	28	22		1	14	12		2	23	7	1		3	2
-Vit B1 thiaminum fosforzu- re ester dichlo- ride		33	33	33		4	15	15		26	26	26		2	4	4,5
-Vit.B2 ribofla- vine		34	34	34		5	14	14		26	26	26		2	6	4,5
-VitC,L(+) ascorbine- zuur rein- kristallen		27	27	27		4	14	12		4	26	26		2	5	4
-Vit E; Dl-α- tocopherol		33	33	33		5	14	14		0	25	18		3	6	4

* Hier werden de groeicijfers 2 weken later opgetekend aangezien de vierde week het strookje nog niet bij elke vitamine bereikt was.

	-	+	l	r	-	+	l	r	-	+	l	r	-	+	l	r
-Vit D2, Calciferol kristallen 1g=40Mio IE		33	33	33		4	14	14		1	28	27		3	4	3,5
-Nicotine- zuur		32	32	32		4	15	15		2	30	30		3	3	2
-Blanco		33	33	33		3	14	14		2	26	25		2	6	4

In het bijzonder werden hier de groeiaffiniteiten getest van vit. A; B1; B2; nicotinezuuramide, C, en D2. Dit geschiedde telkens in 4 herhalingen op wortagar en op wateragar, beiden op pH 6,4. De resultaten zijn in tabel 6 weergegeven. Zij laten de negatieve invloed uitschijnen van Vit A en C, de licht positieve invloed van vit. B2 bij *bisporus*; en de eveneens weinig positieve invloed van vit. D2 bij *P. edulis*. Foto's 36 en 37 tonen het enorm contrast tussen wateragar en wortagar en meteen een beeld van de proeven 2 weken voor de waarnemingen bij *P. edulis*. Opvallend groeistimulerend was dus geen enkel afzonderlijk vitamine hetgeen erop wijst dat ook wateragar relatief rijk is aan deze elementen. De proef leert ons dat supplementen van een of ander afzonderlijk vitamine op zulke bodems de groei niet begunstigen, ook niet voor *P. edulis*. Bij de wateragarkultuur van deze laatste ontbraken ongetwijfeld heel wat voedingselementen o.a. een gamma suikers, aminozuren en zouten.

Opmerking: Wetende dat in de literatuur heel wat diverse en zelfs tegenstrijdige opvattingen bestaan over de invloed van suikers (a), aminozuren (b), zouten (c) en vitaminen, moet men ook de hier genoteerde waarnemingen strikt beschouwen binnen hun groeimilieu en in het kader van de hier geciteerde groeiomstandigheden. Bovendien zijn steeds enige reservestoffen aanwezig in het overgeënte myceliumvlokje en kunnen er meerdere voedingselementen in de nabijheid van de jonge hyfetoppen opgebouwd (vitaminen) of afgebroken worden (proteïnen tot aminozuren).

e) Nabijheid van groeistoffen en hormonen

Heteroauxine (B indolylazijnzuur), het bekend celstrekkingshormoon kan bij *P. bispora* de myceliumgroei stimuleren doch in aanwezigheid van aneurine werden geen dosissen hoger dan 10 mg per liter groeibodem getolereerd (Bohus 1959). (Lees verder blz. 125).

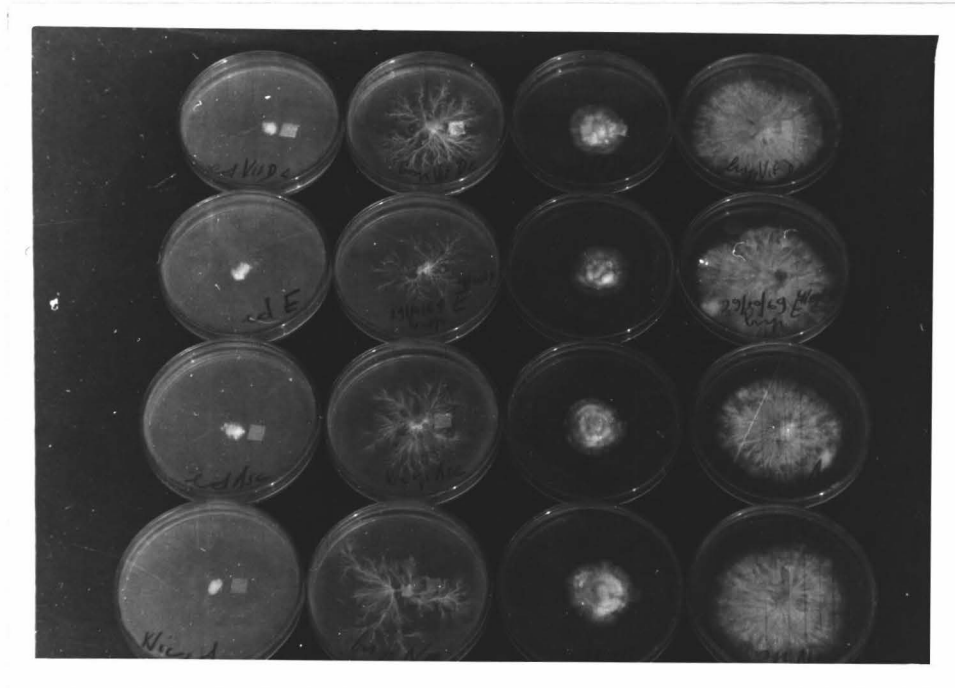


Foto 36: Overzicht van de vitamine-testen, links op wateragar, rechts op wort-agar, telkens voor P. edulis en P. bispora, respectievelijk flauwste en sterkste groeier. Hier vit. D2, E, C, en nicotinezuur.

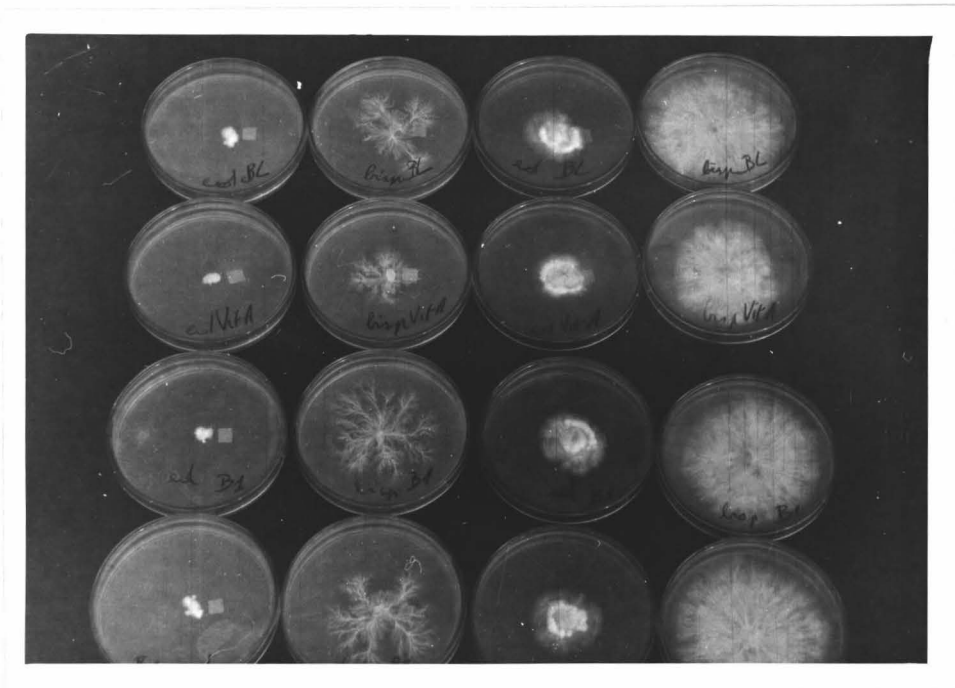


Foto 37: Overzicht van de vitaminetesten, schikking zoals hierboven. Hier met vit. A, B1, B2, en blanco.

Tabel 7: Gedraging van de myceliumgroei t.o. in groeistof gedrenkte teststrook, en gemiddelde uitgroeistraal in mm na 4 weken (bisp.) of na zes weken (edulis). R = 0,06g/ml H₂O voor fenoxi-en-indolazijnzuur, en boterz. R = 0,025 g/ml H₂O voor gibberelline. zuur.

produkt	bisporus				edulis			
	tropisme		straal		tropisme		straal	
	-	+	links	rechts	-	+	links	rechts
Fenoxiazijnzuur R		10	27	16		14	22	21
$\frac{R}{4}$		12	16	19		6	21	23
Fenoxiboterzuur R	4		5	3		16	22	22
$\frac{R}{4}$		7	18	12		10	22	22
3 indolylazijnz. R		9	17	14		0	12	10
$\frac{R}{4}$		15	24	26		17	22	31
3 indolylboterz. R		9	20	15		0	17	10
$\frac{R}{4}$		14	26	24		14	22	24
Gibberelline	1,5		25	9		2	23	12
$\frac{R}{4}$		11	22	28		2	23	13
Blanco		21	30	26		11	22	23

Uit de waarnemingen van tabel 7 kunnen wij afleiden dat de hoogste doses van indolazijnzuur en indolboterzuur groeiremmend werkten bij beide zwammen terwijl met dezelfde produkten de laagste dosis groeibevorderend was voor P. edulis en zonder invloed op P. bispora. Met de hoogste dosis fenoxiazijnzuur en gibberelline viel een negatief tropisme waar te nemen bij bisporus. Een lage dosis gibberelline was groeistimulerend bij bisporus doch niet bij edulis.

(zie foto 35 genomen enige dagen voor de waarneming)

Het is echter belangrijk vast te stellen dat deze groeistoffen door beide zwammen relatief goed verdragen worden zodat verder onderzoek naar hun eventuele selectieve fungicide werking t.o. pathogene champignonsteeltsschimmels misschien de moeite zou lonen.

Tabel 8: oogstinvloed van enige groeistofoplossingen bij 't afdekken intens verneveld op de dekgrond bij *P. bispora* en *P. edulis* in reinkultuur op gepasteuriseerde champignonmest telkens 5 proefpotten per behandeling.

Behandeling 20cc oplossing per pot of 320cc per m ²	<i>P. bispora</i>			<i>P. edulis</i>			Opmerking
	aantal ch.	prod.gem. per pot	gemid. gew.vrl.	aantal ch.	prod.gem. per pot	gemid. gew.vrl.	
Fenoxyazijnz. 4g/l water	40	158	4,01	20	224	11,2	1° vl.bij bisp.4d. later
Fenoxyboterz. 4g/l water	43	177	4,06	19	217	10,7	1° vl.bij ed.5d.later
3 Indolazijnz. 4g/l water	45	151	3,35	24	278	11,6	
3 Indolboterz. 4g/l water	36	150	4,28	13	164	11,4	
Gibberelline 0,8g/l water	45	201	4,40	16	223	13,7	1°vl. bij ed.5d.later
Blanco (10 herhalin- gen)	47	189	4,53	16	198	12,3	

De in tabel 8 vermelde groeistofsoluties werden intens op de deklaag verspoten nl. 10 cc oplossing per pot of dus per 1/2 kg dekgrond, hetgeen in de praktijk zou overeenkomen met 320 cc spuitoplossing per m² bedoppervlakte; hetzij 1,33 g actieve stof per m² voor alle geteste stoffen behalve voor gibberelline waar de actieve stof 0,26 gm² bedraagt.

Bij *P. bispora* noteren wij met gibberelline geen wezenlijke verschillen (1) tussen de totale oogstcijfers doch wel ruim 45 % meer vruchtlichamen tijdens de eerste twee vluchten.

Bij *P. edulis* zien wij een wezenlijke (1) totale oogstvermeerdering van 13 % door indolylazijnzuur en van 40 % door fenoxyazijnzuur, hetgeen zich vooral in de eerste vluchten liet waarnemen. De overige verschillen waren toevallige (1)

(1) Biometrische analyses volgens Fischer en Snedecor.

In steel en hoed van deze paddestoel vond men respectievelijk 5,8 en 2,6 auxine-eenheden per kg onvolwassen gesloten vruchtlichamen en 3,3 tot 1,8 bij volwassen open paddestoelen (Bouillenne-Walrand, Engels et Willam 1953). Bij Fraser (1953) bleek heterauxine de myceliumgroei te bevorderen in aanwezigheid van aneurine en biotine, doch Konishi (1965) kon met auxinen geen groeistimulans waarnemen.

Balan and others (1960) zagen een groeiversnelling van het mycelium variërend van 0,2 tot 0,7 mm per dag door toevoeging van dierlijke hormonen zoals folliculine, thyroxine, cortilysaat en testolysaat. Bij dezelfde Psallio-ta bispora zou gibberelline per dodis van 5 tot 10 ml verspreid op 1 liter broedmycelium een oogstverhoging van 50 tot 107 % teweeg brengen (Aleksandrov 1964). In onze eigen vergelijkende proeven over de invloed van groeistoffen bij P. bispora en P. edulis werd in vitro (tabel 7) de affiniteit, en in vivo (teeltcel) (tabel 8) de invloed op de oogst nagegaan van fenoxiazijnzuur, fenoxysterzuur, 3 indolylazijnzuur, 3 indolylboterzuur, en tevens van gibberelline. De bespreking staat onder elk dezer tabellen, blz. 123-124.

f) Nabijheid van buurmycelium

Het ras-eigen mycelium groeit steeds spontaan en via talrijke hyfenfusies (anastomosen) met zijn eigen buurmycelium samen, terwijl dit binnen eenzelfde soort doch met verschillende rassen niet steeds het geval is. (Eger 1961, Hein 1929)

In eigen proeven lieten wij volgende soorten naar elkaar toegroeien: P. bispora var. albida P. hortensis var. umbrina en P. edulis; in vitro op agar en in vivo op mest en nergens gelukte het ons hier of daar een echte hyfenfusie waar te nemen en al evenmin bastaardvruchtlichamen. Inderdaad, op de grenszone groeiden de hyfen wel doorheen elkaar zonder t.o. elkaar een negatieve afiniteit te vertonen, doch wij plukten op deze contactzone de zuivere soorteigen typen van elke soort. Er dient echter opgemerkt dat zich tussen de mycelia van bisporus en edulis in petriplaat, een duidelijke vijf dagen durende kloof (een voorbijgaand antagonisme) voordeed die slechts zeer traag toegroeit (zie foto 38). Opvallend was echter vooral bij mengingen op mest dat het mycelium van P. edulis zich minder snel vestigt met als gevolg dat de vruchtzetting van P. edulis vaak door deze van bisporus of hortensis wordt onderdrukt. Iets analoog doet zich voor als men broed van de bruine hortensis mengt met broed van de witte bisporus; want in dit geval verschijnen hortensis vruchtlichamen het eerst en het meest.

Wij hebben tal van potproeven aangelegd waarbij P. edulis en P. bisp
ra in verticale en horizontale lagen naast elkaar op mest werden geënt en
 steeds waren de eerste en de meeste vruchtlichamen de soortechte, ongewijzig-
 de typen van bisporus. Deze bevoordeelde vruchtzetting van P. bisp
ora is mogelijks niet alleen een gevolg van de bij gelijke temperatuur tragere myce-
 liumgroei van P. edulis, doch kan tevens functie zijn van nog ongekende groei-
 stoffenregeling. Over de invloed van nabije onkruidschimmels of parasieten
 zoals Verticillium sp. en Mycogone sp. wordt verwezen naar hoofdstuk VI be-
 treffende de ziekten.

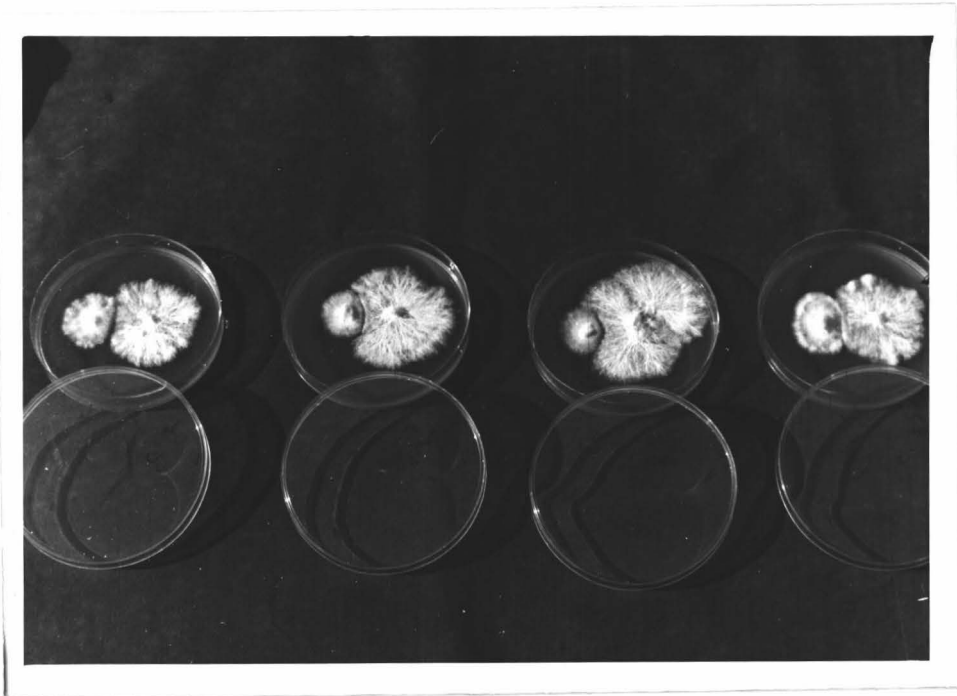


Foto 38: Het tijdelijke antagonisme tussen P. bisp
ora en P. edulis dat men in
 de uiterst rechtse petriplaat reeds overbrugd ziet.

c) Diverse factoren

1. Verschillende chemische invloeden

Men kan begrijpen dat zich aan deze problemen reeds tal van vorsers
 hebben toegewijd, doch de wisselvallige uitslagen van meestal voorzichtig
 gedoseerde eenzijdige chemicalen aan een tamelijk stabiel agar of teeltsu-
 bstraat hebben slechts nu en dan een nieuw licht op kulturechampignonkennis
 geworpen. Het zou onmogelijk zijn hier deze ellange reeks van referenties
 neer te schrijven, doch vermits bepaalde chemicalen eventueel toch ook nuttig
 konden wezen voor de cultuur van P. edulis citeren wij hier de voornaamste
 aspecten.

Zo worden als assimileerbare of soms groeibevorderende factoren aanzien gips, lignine, cellulose, hemicellulose, magnesium (getolereerd), calcium (onmisbaar), zink, ijzer, kalium en fosfor (Trzcinski en Willam 1956); zwavel, vetstoffen, vooral plantaardige oliën, en ten slotte zwart uraniumoxyde (Monted 1933).

Hierbij weze nog aangestipt dat een stikstofgehalte van 1,74 tot 2,50 % in teeltsubstraat als gunstig mag aanzien worden, terwijl echter dient rekening gehouden te worden met het feit dat bij te hoge N-giften de C/N (23-26) verhouding daalt hetgeen volgens Schwantes 1968 nadelig is voor de vruchtzetting. Over de toxische invloed van organische zuren op bisporus-mycelium werd een bijzondere studie gemaakt door Heinemann en Engels (1953-54). Belangrijk is ook de pH welke tussen 4,4 en 9,0 mits Ca-aanwezigheid een behoorlijke groei toelaat, doch met als optimum tussen 6,8-6,9 (Treschow 1944). Uit eigen proeven bleek dat deze normen ook voor P. edulis toepasselijk zijn doch dat voor beide soorten tussen pH 6,0 en 7,0 normaal een goede myceliumgroei mag verwacht worden.

In verband met de primordium-vorming van P. edulis in vitro vonden wij enige zeldzame gegevens bij Prof. Heinemann (1954). Deze zwam zou zeer stikstofminnend zijn zodat 300 tot 500 mg totale N per liter voedingsbodems als optimaal mag aanzien worden voor de primordium-aanleg. Anderzijds in dezelfde groeibodem de ammoniakale stikstof beschouwend kwam hij tot cijfers van ± 160 mg amm. N per liter voedingsbodem. Deze normen alleen mogen echter niet als determinerend aanzien worden voor de vruchtzetting; immers tal van andere factoren zijn hier van invloed. Zo bv. bleken volgens dezelfde auteur concentraties van KCl of NaCl hoger dan 0,04 % in het groeimilieu de primordienvorming te inhiberen, ondanks deze concentraties nog zeer goed door het edulis-mycelium verdragen worden.

2. Een minimale vloeibare voedingsbodem

Over de bisporus-myceliumcultuur op vloeibare bodem en de beschrijving van de nodige voedingsstoffen werkten o.m. Humfeld and Sugikara (1952) en Torev (1968), aanstippend als nodige elementen: glucose (of zetmeel); ureum ofwel (aminozuren of nitraten); vetten, fosfor, potas, zwavel, magnesium, ijzer, zink, en water.

In onze proeven bekwamen wij voor P. edulis en P. bispora de in tabel 9 geciteerde groeicijfers gebruik makend van volgende eenvoudige vloeibare voedingsbodems: a1) 1000 cc gedistilleerd water b1) idem doch met 500 cc perliet bijgeroerd

50 g glucose
 4 g asparagine
 4 g glutaminezuur
 1 g $K_2HPO_4 - 3 H_2O$
 2 g $CaSO_4$
 2 g $CaCO_3$
 pH = 6,3

a2) a1 + aneurine 20 mg
 riboflavine 20 mg
 nicotinezuur 20 mg

b2) b1 + aneurine 20 mg
 riboflavine 20 mg
 nicotinezuur 20 mg

Tabel 9: Myceliumgroei in mm na 7 weken, gemiddeld van 3 herhalingen.

	<u>bisporus</u>	<u>edulis</u>
a1	12 mm	10 mm
a2	12	10
b1	6	4
b2	8	6

De samenstelling toont dat het hier werkelijk een zeer arme bodem betreft doch in de tabel ziet men dat beide zwammen met slechts één suiker (glucose) en twee aminozuren goed in leven blijven; en dat de vitaminen aneurine, riboflavine en nicotinezuur de myceliumgroei in dit geval stimuleren, nl. met perliet.

3. Het licht

De teelt van P. bispora in volkomen duistere grotten bewijst voldoende dat hier geen licht nodig is noch voor myceliumgroei, noch voor vruchtzetting. Bij de reinkultuur van P. edulis-mycelium op mout-agarbodem in daglicht ('s middag's 5-200 Lux) bekomt men na 8 weken talrijke primordia terwijl op deze bodem geen enkel primordium is waar te nemen in volkomen duisternis (Heinemann 1954). Dit geldt echter niet meer van zodra men de teelt beoefent in een laag champignoncompost met erop na incubatie een tuin-as-turf-deklaag (1/1/1) van 5 cm. Dit blijkt o.m. uit volgende proef: in de champignonteeltcel plaatsen wij: L1. drie proefpotten onder een omgekeerde kist met onderaan een fijne verluchtingsspleet.

L2. drie andere gelijke proefpotten plaatsen wij gewoon in de champignonteelcel in de welke elke dag \pm 45' een neonlicht brandt terwijl o.a. allerlei waarnemingen worden opgetekend.

L3. de drie overige proefpotten werden in de serre geplaatst bij normaal daglicht (in de maand mei).



Foto 39: Hier een beeld van het sprekend verschil van de vormingsdiepte der primordia (is ook de plaats van de steelbasis) bij P. edulis, naar gelang het groeimilieu.

De eerste plukbare vruchtlichamen verschenen inderdaad daar waar normaal daglicht aanwezig was; deze in de teeltcel bij 45' kunstlicht per dag volgden 5 dagen later, en de drie volledig geëtiolerde nummers gaven mooie plukbare karpoforen de 10^e dag na de met daglicht bestraalde. De daglichtvruchtlichamen (L1) ontstonden diep (2 cm) in de dekaarde en duwden de grond omhoog; de teeltcelvruchtlichamen (L2) vormden zich 1 cm diep in de deklaag en waren minder met grondkruimeltjes bevuild; de geëtiolerde (L1) ontstonden bovenop de deklaag; waren prachtig gevormd en vrij van grondkruimels, en bovendien omringd van talrijke zichtbare primordia terwijl deze zich bij L3 grotendeels en bij L2 allen onder de dekgrond verscholen. Men mag echter aannemen dat bij de geëtiolerde potten het ook o.m. de minder voldoende verluchting is die een complementaire faktor uitmaakt voor deze hoge inplanting der primordia. Wat betreft de totale oogst werden geen verschillen waargenomen (zie foto 39).

4. Warmte, vocht en verluchting

Ook op de ons nu bekende beste substraten groeien mycelium en vruchtlichamen van P. edulis nog duidelijk trager dan van P. bispora var. albida. Wij konden echter bij edulis opmerken dat door meer warmte 25-30° C, door meer vocht en door iets minder verluchting dan bij bisporus, er sneller myceliumgroei en vruchtzetting geschiedde. Het was hier bovendien opvallend dat zelfs met één luchtverversing in teeltcel per dag nog zeer mooie normale kortstelige edulis-vruchtlichamen werden gevormd terwijl in dezelfde cel hoog-gefileerde bisporuskarpoforen waren op te merken. Ook t.o. vochtvermaat en begietingen van de deklaag gedroeg edulis zich bijzonder resistent. In feite komt dit goed overeen met de vaak moeilijke besloten en natte groeiplaatsen in vivo, (bv. onder asfaltlagen, en onder oude straatgoten) ondanks dewelke men ook in de natuur soms heel mooie en milde vruchtzetting kan waarnemen. Het microklimatologisch groeimechanisme van deze zwam is dus geenszins te vergelijken met dat van zijn tweesporige geslachtsgenoot P. bispora. Wellicht zullen de bevindingen van Tschierpe (1964) die vindt dat de bisporus-vruchtzetting ophoudt bij conc. van 0,1 tot 0,15 vol % CO₂ in de cellucht, bij P. edulis niet toepasselijk zijn.

5. Exudaten en metabolische gasvormingen

Een en ander is bekend over deze aspecten bij P. bispora. Een eerste belangrijk myceliumexudaat is het oxaalzuur hetgeen zich onder het mikroskoop gemakkelijk laat waarnemen via de aanwezigheid van de ontelbare korte fijnstaafvormige Ca-oxallaatkristallen op alle meer dan drie dagen oud mycelium zowel in vivo als in vitro. Dit exudaat vinden wij eveneens bij P. edulis en zelfs ook bij Lepiota procera (eigen waarnemingen). Ook in de vruchtlichamen kunnen soms ca-oxallaatkristallen voorkomen (Thielke 1966). Tsu-Ning (1963) noteerde in CaCO₃ bevattende zagemeeelkompost bij P. bispora een oxaalzuurvorming van 20,5 g per 100 g initiale droge compost.

Een tweede algemeen bekende afscheiding is de CO₂-vorming die meestal evenredig toeneemt met de groeiactiviteiten van het mycelium. Verder worden bij P. bispora nog volgende stoffen vrijgezet: ethyleen, acetaldehyde, aceton, ethylalcohol en ethyl-acetaat (Lockard and Kneebone 1962), (Tschierpe and Sinden 1965). P. bispora zou tevens antibacteriële substanties afscheiden die werkzaam zijn tegen Staphylococcus aureus, Salmonella thyphosa en Escherichia coli (Bose 1952).

6. Tolerantie fungiciden en insecticiden

Voor de fungiciden wordt verwezen naar het hoofdstuk over ziekten (6). Wat betreft de insecticiden geschiedde reeds enig onderzoek door San Antonio and Lambert (1962) en Rasmussen (1956) waaruit bleek dat de meeste insecticiden weinig hinderden aan de totale produktie doch wel soms het aantal en de kwaliteit der vruchtlichamen beïnvloeden.

Uit eigen recente proeven werd zowel voor P. edulis als voor P. bispora waargenomen dat hoger dan normale dosissen van kèthane, DDT en TEPP, het mycelium beschadigen indien zij op vers geïncubeerde mest of jong deklaagmycelium worden gespoten; terwijl met diazinon, lindaan, malthion en chinoxaline 2-3-trithiocarbonaat geen enkele nevenwerking op het mycelium werd waargenomen, ook niet met verdubbelde spuitdosis. Alle produkten, behalve TEPP waren verspuitbare poeders. Door geen enkel van deze produkten werd de vruchtzetting geschaad (Poppe 1966).

7. Tolerantie tegenover handelsherbiciden

De fysiologische uitwerking van zuiver fytohormonen te zeer verschillend zijnde t.o.v. de handelsformuleringen met allerlei nevenprodukten, kon dit aspekt niet besproken worden bij de hogere rubriek over groeistoffen en hormonen.

Vermits over handelsherbiciden door ons een onderzoek werd verricht voor Agaricus bisporus en Agaricus campestris var. edulis verwijzen wij naar deze publicatie uit dewelke blijkt dat handelsformuleringen op basis van 2,4, 5 T en MCPB een uitgesproken-; en 2,3,6-TBA een lichte toxische nevenwerking uitoefenen op het mycelium van beide Psalliota's terwijl dit met handelsformuleringen op basis van 2,4-D; MCPA; simazin en mecoprop geenszins het geval was. Deze waarnemingen geschieden zowel in vitro als in de kultuurcel.

8. Enzymen

Hoe omvangrijk ook de kennis over de enzymatische activiteiten bij de klassieke witte kultuurchampignon weze, niets is in tegendeel bekend over de enzymen en hun werking bij P. edulis. Ten titel van volledigheid citeren wij hier enige belangrijke bisporus-enzymen die wij o.a. terugvinden bij Dehennin en Vandendriessche 1961), Turner (1968). Martin and Legrand (1958) e.a.; citeren wij hier o.m.: polyphenolase, laccase, enzymische oxidatie van ascorbinezuur en van lignine, diverse oxidasen, tyrosinase, dehydrogenasen, maltase, glycogenase, amylase, protease, catalase, ribonuclease, glutamyltransferase, aspartaat-glutaminaat-transaminase, phenoloxydase, phosphomonoëxterase, gamma-glutamyl-transferase, arylhydrazine-oxydase, en glutamine-decarboxylase.

6. COMPARATIEVE ZIEKTERESISTENTIE VAN P. BISPORALBIDA EN P. EDULIS, BIJZONDER T. O. VERTICILLIUM EN MYCOGONE

6.1. Overzicht der ziekten tot nu toe waargenomen bij Ps. bisporea en Ps. edulis

Een der meest gedetailleerde ziekte-tabellen bij Psalliotabisporea is deze van Bels-Koning en Bels (1958) zodat wij hier niet hoeven over uit te wijden. Wat P. edulis betreft kennen wij echter slechts weinig vertegenwoordigers van de hogervermelde ellange bisporus-ziektelijst. Alleen volgende teeltstoornissen waren tot heden bij P. edulis waar te nemen:

a) Onkruidschimmels

Men kan begrijpen dat bij Psalliotabedulis dezelfde onkruidschimmels voorkomen als bij P. bisporea vermits de myceliumgroei van de eerstgenoemde iets trager is en er dus relatief langer wat ongeïncubeerde mest ter beschikking blijft van ongewenste schimmels. Ook de deklaag blijft aldus iets langer blootstaan aan besmettingskansen.

Zo hoeven wij hier te citeren:

- in de mest en dekgrond: Oöspora fimicola Cub. et Megl.; Papulaspora byssina Hotson; Trichoderma viride Pers.; Aspergillus versicolor Vuill.; Cladosporium sp.; Penicillium sp.; Coprinus sp.; Panaeolus sp.; Diehlomyces microspora (Diehl. et Lambert) Gilkey.
- uitsluitend in de mest: Chaetomium globosum Knze; Myceliophthora lutea Cost.;
- uitsluitend op dekgrond: Botrytis crystallina (Bonn.) Sacc. met geslachtelijke vorm Plicaria fulva Schneider; Dactylium dendroides Bull. (Fr.).

Daar in de kultuur van P. edulis het ziektebeeld van deze onkruidschimmels hetzelfde is als bij P. bisporea verwijzen wij naar de bestaande literatuur (Bels 1958, Vedder 1968, en Poppe 1966).

b) Eigenlijke parasieten

Glazigheid

De enige spontane ziekte die over een periode van vijf teelten bij de edulis-vruchtlichamen alhier eens werd waargenomen was een glasachtige verwatering binnenin de onderste steelhelft. Het ziektebeeld was inwendig zeer gelijkend op de traanziekte doch de uitgestoten heldere vochtdruppels waren niet aanwezig. In elk geval was de aantasting van bakteriële aard. Wegens

het waarnemen van slechts drie zulke steelzieke exemplaren die alleen voorkwamen in het onderste kil en te nat teeltbed kon voorlopig geen nadere determinatie geschieden. Van zodra zulke aangetaste stelen nog eens voorkomen kan gepoogd worden de ziekteverwekker te determineren.

- Mollen

Uitsluitend via een opzettelijke deklaaginfectie met minstens 2000 sporen van Verticillium malthousei Ware of van Mycogone perniciosa Magn. per kg dekaarde konden wij een zeer licht ziektebeeld van droge mollen (Verticillium) en een matige aantasting van natte mollen (Mycogone) bekomen. De aantasting van beide schimmels is bij edulis gewoonlijk slechts beperkt tot een deel van de hoedrand, terwijl de typische integrale vervorming van het gehele vruchtlichaam tot schilferende of geelvocht-afscheidende knobbels zich zelden voordoet. Foto 40 geeft ons een beeld van beide aantastingen.

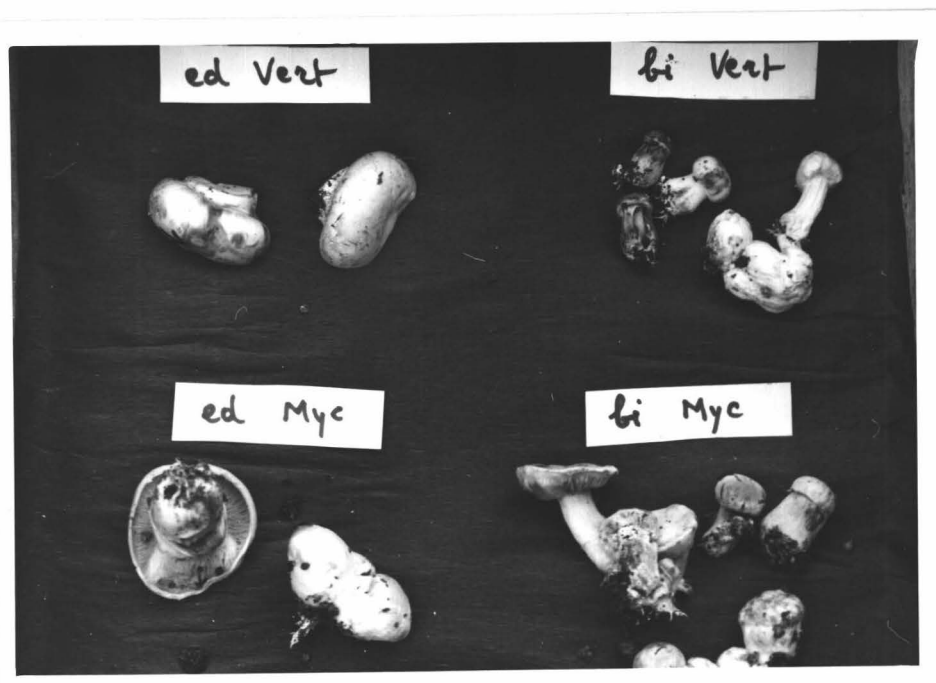


Foto 40: Ziektebeelden van Verticillium malthousei en Mycogone perniciosa; links bij P. edulis, rechts bij P. bispora var. albida.

Verder verwijzen wij naar onze aparte studie over de vergelijkende infectieproeven met molziekten bij P. bispora en P. edulis (zie 6.2.).

- Andere parasieten: tot nu toe niet waargenomen, zelfs niet bij de meest uiteenlopende kultuuumstandigheden.

c) Groeiafwijkingen

- Cirkelvormige barsten

Terwijl bij de klassieke teeltchampignon de minste tochtovermaat aanleiding geeft tot schubbigheid, kan men hier bij relatief snelle drogeluchtverplaatsingen enige concentrische epidermisscheurtjes waarnemen die doorgaans niet dieper zijn dan 0,2 mm; terwijl hierbij het hoedcentrum geelgrijs verkleurt en glanzend wordt.

- Tweelingen

Deze komen omtrent even frekwent voor als bij P. bispora.

- Uitstotingsdroogknop

Het komt bij P. edulis enkel op een dikke teeltlaag (meer dan 18 cm) voor dat soms een vijftal primordia op minder dan 2 cm van elkaar voorkomen. Vermits dan de uitgroeiende knoppen weldra tegen elkaar aangroeien en het hoedenvlees in tegenstelling met dat van P. bispora heel wat consistentier is geldt hier de wet van de sterkste en wordt eenvoudig de minst vastgehechte knop uit het substraat zijwaarts of opwaarts weggeduwd en wordt dan droog en taai. Soms worden door de uitstoting slechts een paar voedende myceliumstrengen uiteengerafeld zodat het vruchtlichaam nog geleidelijk verder kan groeien, maar dan toch wat taai wordt. Gelukkig is de vorming van het aantal primordia bij P. edulis heel wat kleiner dan bij P. bispora zodat niet zou dit verschijnsel hinderlijk zijn.

6.2. Vergelijkende infectieproeven met Verticillium malthousei Ware

A. Infecties in vitro op P. bispora en P. edulis

Bij Psalliotia bispora is deze ziekte reeds herhaaldelijk beschreven. Zij kan enorme schade en oogstverlies veroorzaken zowel als Mycogone perniciosa Magn. met dewelke zij ook samen voorkomt. De mening als zou ook Verticillium psalliotae Treschow een tweede soort droge mollen vormen, voornamelijk op de hoedepidermis, wordt tegengesproken door Fassatiowa in 1965. Deze auteur wijst onder meer op de volledige microscopische gelijkheid van vorm en grootte der conidiën. Verticillium malthousei Ware (1933) is de meest gangbare benaming.

Deze zwam groeit nagenoeg even snel als het bisporus-mycelium en bij gesepareerde enting in eenzelfde petriplaat op mout-of wort-agar op een onderlinge afstand van 3 cm kan men hun mycelium na een paar weken reeds innig doorheen elkaar zien groeien (zie foto 41). Wanneer men even dit wederzijdse

ongewenst samengroeien in de teelt bekijkt komen wij tot de vaststelling dat het mycelium van deze zwam vanaf de knopvorming in de vruchtlichamen intens verder woekert en tot een enorme sporulatie (80 miljoen conidiën per vruchtlichaam) overgaat.

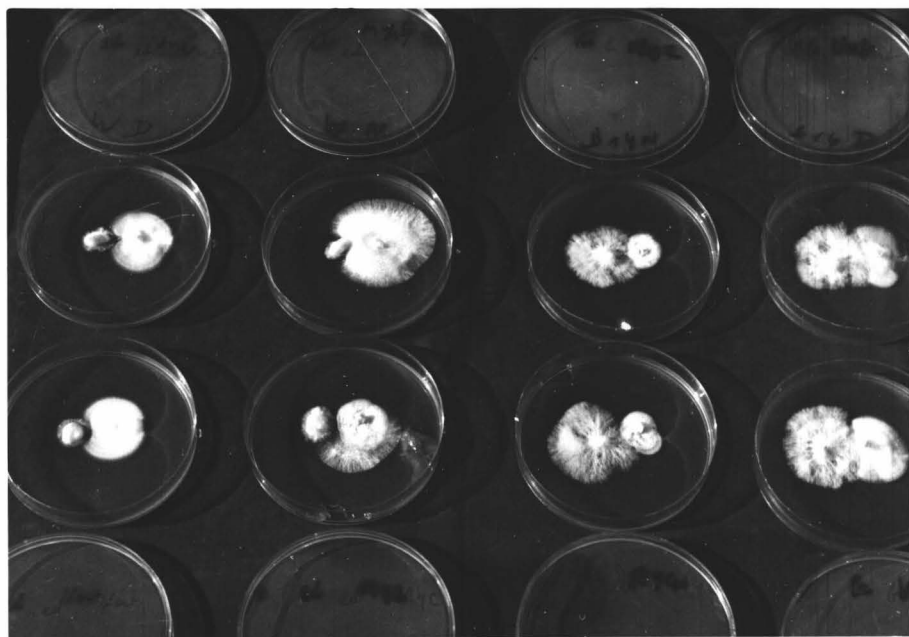


Foto 41: Van links naar rechts telkens 2 aan 2 zien wij hier per petriplaat de mycelia van P. edulis - Verticillium; P. edulis - Mycogone; P. bispora - Mycogone; en P. bispora - Verticillium. Men bemerkt de kleine bijna overbrugde remzone tussen P. edulis en beide moltypen.

Uit een microscopisch onderzoek kon niet blijken dat de hyfen van Verticillium malthousei Ware werkelijk longitudinaal in deze van Psalliota bispora verder groeiden. Zij worden hieruit vermoedelijk geweerd zolang de oxaalzuurafscheiding actief is, namelijk totdat er zich dikke strengen en primordia vormen hetgeen zich in de dekgrond ongetwijfeld voordoet.

Deze visie is volledig paraleel met die van Cross en Jacobs (1968) die suggereert dat gewoon deklaagmycelium resistent is t.o. Verticillium malthousei zolang het zich niet omvormt tot initiaal primordium-mycelium.

Volgens Fekete (1967) groeit deze Verticillium tussen 0 en 36° C met als optimum 18-24° C, zijnde temperaturen gelegen in de omgeving van het groeioptimum van champignonmycelium. De droog bewaarde conidiën zouden hun kiemkracht ruim 7 maand kunnen bewaren. Volgens Cross en Jacobs (1968) zouden

in vochtige grond bewaarde conidiën 1 jaar kiemkrachtig zijn.

Terwijl zich in petriplaat tussen de elkaar naderende mycelia van P. bispora en V. malthousei geen remzone voordoet krijgen wij dit wél tussen de naderende mycelia-randen van V. malthousei en P. edulis. Deze remming, nl. 1-2 mm onbegroeide agar, duurt ongeveer 5 dagen waarna het Verticillium-mycelium dan toch traag naar het edulis-mycelium toegroeit. Deze laatste waarnemingen gebeurden eveneens met wort-agar in petriplaten, telkens per 4 herhalingen (zie foto 41).

B. Infektieproeven met Verticillium bij P. bispora in teeltmilieu

1. Kritische dosis Verticilliumsporen in de dekaarde

Potten met 500 g mest; 500 cc (of 500 g) dekaarde per pot; 5 herhalingen per behandeling; sporen uit vivo met natuurlijke bijflora; dosis sporensuspensie met 1.000; 100.000; en 10.000.000 sporen per pot vermengd in de deklaag; infectie op de dag van het afdekken; wit ras. Proefresultaat met voor zichzelf sprekende gemiddelde oogstcijfers uitgedrukt in g per pot en per kg mest:

	Blanco	2.000 sp.	200.000 sp.	20.000.000 sp.
geplukt in g per kg mest	288	144,0	96,0	9,2 (zelfs de steelbasis aangetast)



Foto 42: De aantasting van P. bispora in de derde vlucht na infectie met 100.000 Verticilliumsporen per pot.

Wij zien hier hoe 1.000 ziektesporen per pot of 2.000 per kg dekaarde nog verdragen worden zonder verwekken van zieke vruchtlichamen tijdens de eerste oogstvluchten. Wellicht speelt het variabel doch meestal zeer laag procent aan kiemkrachtige sporen hierin een belangrijke rol. Met 10 miljoen sporen werd een totale oogstvernieling veroorzaakt. Met 100.000 sporen per pot waren vanaf de derde vlucht alle vruchtlichamen aangetast. (zie foto 42).

2. Kritische dosis Verticilliumsporen in de mest

Met als zelfde proefopstelling als zopas vermeld, werden op de dag van het enten champignonmycelium (wit ras) telkens 1.000; 100.000 en 1.000.000 ziektesporen uit reinkultuur in de mest vermengd. Hoewel met sporen uit reinkultuur na vermenging in de gepasteuriseerde deklaag wél ziekte werd veroorzaakt kon echter door mest-infectie geen ziekteverschijnsel bij de vruchtlichamen worden waargenomen. Evenmin werden zieke champignons geoogst in geen enkel van de tien potten waarin telkens een volledige proefbuisinhoud (agar + reinkultuur met + 200.000 sporen) werd in de mest gebracht op 6 cm diepte op 't ogenblik van het enten met champignonbroed. De opbrengst der besmette potten was niet verschillend van deze der onbehandelde proefnummers. Deze proef laat ons intens vermoeden dat gefermenteerde mest een zeer selectief substraat vormt voor de geteelde champignon hetgeen wij natuurlijk niet kunnen zeggen van dekaarde noch van agar-bodems.

3. De pH der dekaarde

Deze proefreeks werd uitgevoerd met een rijkere mestlaag dan in vorige proeven en tevens werden de oogstresultaten een week langer opgetekend, waardoor hogere gemiddelden werden bekomen. Elke behandeling kreeg 10 herhalingen. De dekaarde bestaande zoals in alle andere proefreeksen uit gelijke volumes hoogveen, koolas en dieptetuingrond, werd hier op de gewenste alkaliteit gebracht met Ca(OH)_2 in plaats van met CaCO_3 . Op deze wijze werd dekaarde bereid met pH 7,2; 8,2; en 9,2. Bij elke pH hadden wij een ziektesporen-vrije reeks van 10 potten en een reeks met telkens 15.000.000 ziektesporen per pot geïnfecteerd in het centrum der dekaarde. De oogstcijfers verhoogden met de stijgende pH zoals hier duidelijk volgt uit de gemiddelden in g per kg mest uitgedrukt.

	pH 7,2	pH 8,2	pH 9,2
a) onbehandeld	319,6	325,6	341,4
b) 15 milj. sp.	220,2	232,6	276,8
c) verlies door besmetting	99,4	93,0	64,9
	of 31 %	of 28,5 %	of 19 %

Men ziet duidelijk dat er minst zieke vruchtlichamen werden waargenomen bij de hoogste pH. Zeer waarschijnlijk wordt de sporen-kieming van Verticillium malthousei vertraagd door aanwezigheid van Ca(OH)_2 .

4. Infektiewijze

Men kan de te enten sporensuspensie innig vermengen met de dekaarde alvorens deze op de potten aan te brengen, ofwel kan men het gewenste volume der sporensuspensie op één bepaalde plaats der deklaag laten neerdruppelen. Een reeks van 10 potten werd aldus besmet door inmenging van 10.000.000 sp. en een andere reeks werd enkel plaatselijk besmet met 1 cc sporensuspensie bevattende eveneens 10.000.000 sporen. Ziehier de bijzonder sprekende oogstmiddelen vergeleken bij 10 onbehandelde proefnummers.

	Onbehandeld	10 milj. sp. vermengd in dekl.	10 milj. sp. lokaal geënt
g per pot	113,0	5,6 g	92,6 g
g per kg mest	226,0	11,2 g	185,2 g

Terwijl bij de meng-infektie nagenoeg alle vruchtlichamen besmet waren vanaf de eerste vlucht, kon men in de potten met lokale infektie aanvankelijk slechts zieke vruchtlichamen waarnemen op de infektieplaats totdat op 't einde van de oogst eveneens toch geheel de deklaag besmet was. De proef geschiedde met een inlands wit ras.

5. Infektietijdstip

Bij tien potten werd op elke deklaag 1 cc sporensuspensie gebracht met erin 15.000.000 sporen op de dag van het afdekken; bij tien andere geschiedde dit pas na de 1^o vlucht. Deze proef werd aangelegd met dezelfde mest als in n^o 3 en werd ook hier langer en milder geoogst. Ziehier de gemiddelde waarnemingen:

	Onbehandeld	15 milj. sp. bij het afdekken	15 milj. sp. na 1 ^o vlucht
g per pot	159,8	120,8	135,7
g per kg mest	319,6	241,6	271,4

Bij de infektie na de eerste vlucht waren reeds meerdere droge mollen waar te nemen vanaf de zesde dag na de infektie. Dit laat ons toe eruit af te leiden dat één droge mol die ergens op kweekbed achterblijft en die bij rijpheid + 40.000.000 Verticillium sporen afwerpt, in staat is in enige weken enorme schade aan te richten.

6. Thermische behandelingen

Het staat bekend (Vedder 1964) dat Verticillium-sporen hun kiemvermogen verliezen na te zijn verwarmd gedurende twee uur bij 60° C. In deze proeven werden sporen afkomstig uit reinkultuur vooraf behandeld op 63° C gedurende één uur, hetgeen hun kiemvermogen nagenoeg totaal vernietigde. Wanneer de deklaag dezelfde thermische behandeling onderging na 't inmengen van 20.000.000 sporen per kg dekaarde (of 10.000.000) sp. per pot, werden de eerste zieke vruchtlichamen slechts waargenomen na de 4° vlucht. Dit wijst erop dat slechts enige toevallig thermotolerante sporen hun kiemvermogen behielden.

7. Primordium-infektie

Talrijke kersesteengrote primordia werden bij een eerste vlucht geprikt met een geïnfecteerde naald of slechts even aangeraakt met een vingertop na deze in kontakt te hebben gebracht met een twee dagen oude droge mol op de bedden. Elke prik of aanraking leidde tot kratervormige misgroeiing in de hoed, veroorzaakt door V. malthousei. De infectieproef was echter veel minder positief wanneer de infectiebron een reinkultuur was van deze ziekte-verwekker. Met hetzelfde resultaat als hogervermelde raak-infekties met vingertop, hebben Fekete en Kuhn in 1965 analoge proeven uitgevoerd; tevens werden door hen kunstmatige infekties verwekt met sporensuspensies in teeltkisten.

8. Ziektesporen uit vivo of uit vitro

De Verticillium-sporen waren meestal afkomstig van het spoelsap van in de teeltcel geplukte uitgerijpte droge mollen; in enige proeven werd gebruik gemaakt van sporen afkomstig uit reinkultuur. Meerdere telkens vijf maal herhaalde testen in potten van 12 cm met 200 g kompost per pot, leidden steeds tot een analoog infectieverloop voor beide sporenherkomsten. Uitzondering hiervoor bij de raak-of prikinfectie van de hoed bij zeer jonge vruchtlichamen.

9. Horizontale en vertikale migratie

De horizontale verplaatsing van de ziekte in de deklaag langs over myceliumstrengen en vruchtlichamen kon hier worden aangetoond door het infectieverloop te volgen van een lokale infectie gemaakt aan de rand van enige ruime proefpotten. Wij noteerden een horizontale migratie van 4 tot 8 cm per week. Een vertikale migratie in een slechts 3 cm dikke deklaag spreekt voor zichzelf aangezien het ziek mycelium mede omhoog groeit met de aangetaste vruchtlichamen.

Ten einde echter in de mest een vertikale opwaarts gerichte migratie aan te tonen werden op verschillende diepten in de mestzone (door 't maken van boorgaten in de proefpotten) dosissen van 10.000.000 ziektesporen aangebracht vanaf de eerste vlucht. Deze doenwijze verwekte echter geen enkele droge mol noch enig teken van deze in de deklaag. Het is mogelijk dat de met mycelium geïncubeerde mest wegens de afscheiding van oxaalzuur een ongunstig midden vormt voor de overdracht van deze ziekte ofwel wordt de sporenkieming verhinderd. Er is dus geen sprake van vertikale migratie doorheen de mest.

C. Infektieproeven met Verticillium bij P. edulis in teeltmilieu

De proefreeksen geschieden hier op analoge wijze als bij P. bispora. Wat betreft de kritische dosis Verticilliumsporen in de mest, besmettingstijdstip, migratie, de pH der dekaarde, de thermische behandeling en de herkomst van de sporen geschieden hier dezelfde waarnemingen als bij P. bispora. Nader bijzonderheden dienen echter genoteerd over:

a) Kritische dosis Verticilliumsporen in de dekaarde

Deze mag bij edulis aanzien worden als het dubbel van bij bisporus hetzij ± 4000 sporen per kg dekaarde, op voorwaarde dat deze homogeen verdeeld zijn in de dekgrond, zodat hun infectiekracht eveneens verdeeld en verzwakt is; immers indien de 4000 sporen zich zouden bevinden in een cm^3 grond gelegen rond een primordium is hun infectiekracht relatief groot tegenover dit ene vruchtlichaam. Met 200.000 sporen per kg dekaarde kregen wij de infectie reeds vanaf de tweede vlucht; vroeger en 25 % frekwenter. Volgende staat geeft de produktie van 6 weken oogst.

Gemiddeld oogstcijfer in g per kg mest	Blanco	Aantal sporen per kg dekgrond			
		2000		200.000	
		oogst	oogst- verlies	oogst	oogst- verlies
<u>bisporus</u>	288	144,0	36,9%	96,0	66,7%
<u>edulis</u>	172,0	171,4	0,4%	88,0	48,1%

(bij zelfde teeltmilieu en oogsttijd als bisporus)

Het meer resistent zijn van P. edulis is vermoedelijk te danken aan volgende combinatie van factoren:

- Verticilliumsporen kiemen en infekteren na + 16 dagen doch het mycelium stelt hun toenadering vermoedelijk 5 à 10 dagen uit dank zij de tijdelijke remzone (in petriplaten waargenomen - zie hoger).
- De primordia van P. edulis vormen zich omstreeks de 20^e dag na 't afdekken, zodat de infectie normaal een weinig te laat komt om de knoppen te vervormen.
- De primordia zijn aanvankelijk omgeven door drie vliezen (waarvan bij 't opengegaan van de hoed er slechts één overblijft op de hoedrand en natuurlijk niets boven de plaatjes. Op deze plaatsen heeft de infectie dan ook het meest kans om zich te vestigen. Bij bisporus is er slechts één universeel velum en een partieel.
- Bij het ontluiken van een edulis-knop wordt het deklaag-oppervlak van uit de diepte opengestoten en wordt meteen het in de deklaag verder levend Verticillium-mycelium met de dekaarde weggeduwd.

b) Infektiewijze

Bij hoge doses Verticilliumsporen is het niet meer juist dat een homogene verdeling der sporen in de deklaag de kans op infectie vermindert. Wel integendeel, vanaf een dosis van 10 miljoen sporen per kg dekgrond bleek een lokale deklaaginfectie wel vlugger te infekteren doch, bij de homogeen verdeelde besmetting was de schade veel algemener.

c) Pathogeen karakter

Uit de meerdere thans reeds beoefende teelt-en infectieproeven kon worden afgeleid dat Vert. malthousei Ware ook bij P. edulis mag aanzien worden als offensieve primaire parasiet en niet als wond-of zwakteparasiet. Wij konden deze immers ook, hoewel slechts uitzonderlijk, waarnemen op enkele vruchtlichamen uit de eerste vlucht, dus voor dat ooit door het plukken enige verwonding aan voedende myceliumstrengen werd aangebracht.

D. Voorkoming en bestrijding van Verticillium bij P. bispora en P. edulis

a. Voorkoming

- Perfekte teelthygiëne van het plukpersoneel, alsmede insektenbestrijding; niet vergetend dat van één droge mol soms meer dan 100 miljoen ziektesporen kunnen vrijkomen.
- pH tussen 7,5 en 8,5
- Thermische deklaagbehandeling van minstens 1 uur op 63° C
- Steeds verwijderen van zieke vruchtlichamen vóór dat zich sporulatie van Verticillium voordoet en indien deze zich toch reeds voordeed is het vóór de verwijdering nodig het vruchtlichaam eerst met methylalcohol of fungicide-oplossing te bevochtigen.

- Bijzonder goede cel-verluchting en in geval van gevestigde infectie geen temperaturen hoger dan $15,5^{\circ}\text{C}$; het vochtgehalte van de dekgrond zo laag mogelijk houden.

b. Bestrijding

Hier komen naast de meerzijdige desinfectantia zoals formaldehyde, alcohol, bleekwater, chloorpicrine enz.. in het bijzonder de fungiciden ter sprake tot dewelke wij ons hier tevens zullen beperken. Sinds meerdere jaren is gebleken dat bepaalde carbamaten zeer doeltreffend zijn ter bestrijding van Verticillium, o.a. zineb (Sinden en Yoder 1949; Phillip 1963).

In ons proefwerk werd bij de hier vergeleken Psalliota's de efficiëntie nagegaan van thioquinox, pentachloornitrobenzeen, trichloornitrobenzeen, captan, zineb, mancozeb, ferbam, maneb en koper. De produkten (behalve beide stuifpoeder-nitrobenzenen) werden gespoten op de deklaag (1/2 kg per pot) van proefpotten met telkens 500 g mest, de dag volgend op een intense homogene infectie met Verticilliumsporen bij 't afdekken. Van elke spuitoplossing werd 350 cc gespoten per m^2 deklaag (10 cc per pot). De oogstcijfers van P. edulis blijken natuurlijk lager te zijn dan bij P. bispora vermits de vruchtzetting hier later aanvangt. De tabellen 9 en 10 geven ons een overzicht van de waarnemingen.

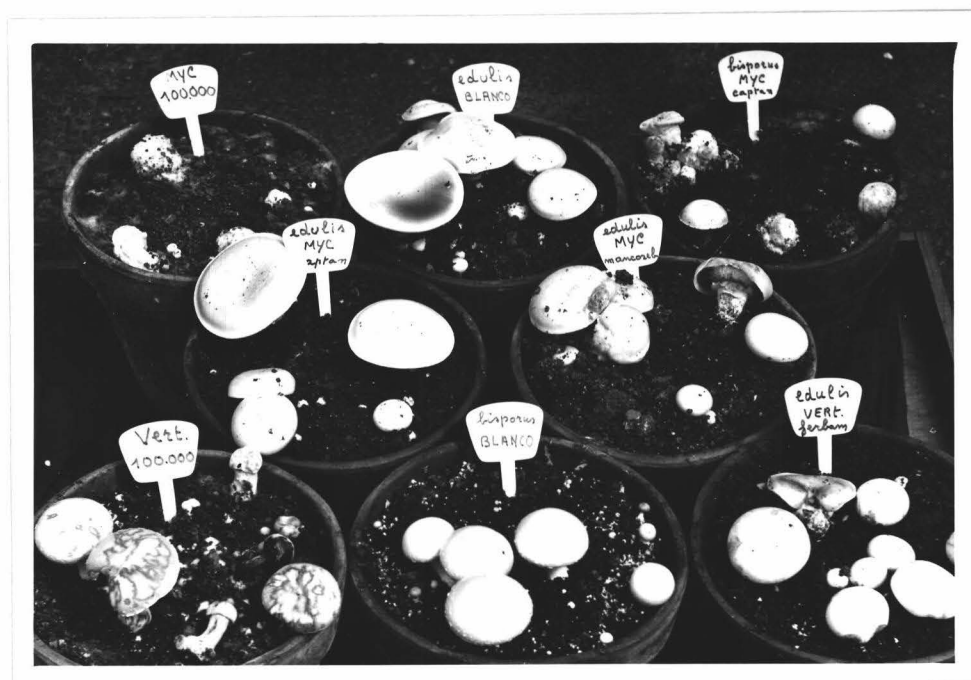


Foto 43: Een blik op enige proefnummers bij het testen van de efficiëntie van fungiciden.

Tabel 9: Efficiëntie van fungiciden t.o. Verticillium malthousei in de dek-
laag bij de teelt van P. bispura en P. edulis (gemid.v. 5 herhalingen)

A) Infektie met 20.000.000 sporen per kg dekgrond of 10.000.000 sp.
per pot.

Aangewende fungici- den en doses	<u>P. bispura</u>			<u>P. edulis</u>		
	oogst in g per kg mest	graad van besmetting	oogstverl. t.o. blanco	oogst in g per kg mest	graad van besmetting	oogstverl. t.o. blanco
-thioquinox 50%, 2 g per kg dekgrond	58,8	alles na 1° vlucht	73,09%	-	-	-
-pentachloornitro- benz. 20%, 0,3 per kg dekgrond	11,0	2 mollen mycelium vernietigt	95,14%	0	geen myc. in dek- laag	100%
-trichloornitro- benzeen 20%, 0,5g/kg dekgr.	idem	levenloze deklaag	idem	idem	idem	idem
-captan 50%, 2,6 g/l water	170,8	gedeelt. na 1° vl.	24,78%	133,0	na 3° vl.	22,97%
-zineb 75%; 2 g/l water	127,2	alle na 2° vl.	43,72%	-	-	-
-mancozeb 80%; 2 g/l water	152,8	gedeelt. na eerste vlucht	33,39%	121	vanaf 3° vlucht	29,86%
-infektie 20.000.000 sp. zonder fungici- de	11,2	alles	95,05%	18,0	matig vanf 2° vlucht	89,54%
-blanco zonder infektie noch fungicide	226,0	geen	0%	172,0	-	0%

Bij bispurus blijken maneb, captan en mancozeb de meest efficiënte fungiciden te zijn, doch geen ervan kon de infektie voor meer dan 78 % verhinderen. Door koperoxychloride werd het eindresultaat lichtjes negatief, niet omdat er meer mollen verschenen doch omdat de oogst door dit produkt een paar dagen werd uitgesteld. Met beide nitrobenzenen werd nagenoeg alle deklaagmycelium gedood te samen met de parasiet zodat het eindresultaat met zulke dosis fungiciden beneden alles was.

Tabel 10: Efficiëntie van fungiciden t.o. Verticillium malthousei in de dek-
laag bij de teelt van P. bispora en P. edulis (gemid.v. 5 herhalingen)
B) Infektie met 200.000 sporen per kg dekgrond of 100.000 sp. per pot

Aangewende fungici- den en doses	<u>P. bispora</u>			<u>P. edulis</u>		
	oogst in g per kg mest	graad van besmetting	oogstverl. t.o. blanco	oogst in g per kg mest	graad v. besmetting	oogstverl. t.o. blanco
-koperoxychloride 50%; 4 g/l water	95,0	vanaf 1° vl. 1° vl. gemid. 2 dagen later	67,02%	70,6	3 dagen later, maar geen mollen	58,96%
-ferbam 76%; 2 g/l water	149,0	na 2° vl.	48,27%	88,0	na 2° vl.	48,84%
-maneb 70%; 2 g/l water	225,0	na 3° vl.	21,88%	108,0	na 3° vl.	37,21%
-infektie 100.000 Vert.sp.zonder fungicide	96,0	ernstig vanaf 1° vl.	66,67%	88,0	matig vanaf 2° vl.	48,83%
-blanco zonder infektie en zon- der fungicide	288,0	geen	0%	172,0	geen	0%

Het dient opgemerkt dat voor P. bispora de proefreeks A met 10 miljoen sporen per kg dekaarde, onafhankelijk geschiedde van proefreeks B met 100.000 sporen per kg dekgrond, dit o.a. wegens omvang en infectieoverdracht der proeven.

Met P. edulis geschiedden de meeste testen zoals bij bisporus, behalve met captan en mancozeb waar de proeven wegens het gering aantal herhalingen eerder een richtinggevend karakter hebben. Ook hier zijn het toch maneb en captan die het meest doeltreffend lijken tegen de uitgroei van Verticillium-sporen. Ferbam had in eerste en tweede vlucht een opvallend gunstig effect (zie foto 43) doch na de tweede vlucht was de infectie des te intenser. Koper was slechts in zeer geringe mate werkzaam t.o. Verticillium en verdaagde bovendien ruim drie dagen de knopvorming.

Wanneer wij even de resultaten van P. bispora vergelijken met deze van P. edulis zien wij dat er met 20 miljoen sporen per kg dekgrond voor beide zwammen nagenoeg geen kans bestaat om aan die massa-infektie te ontkomen; dat bij deze zelfde intense infektie het meer resistent zijn van P. edulis slechts 2 tot 5 % bedraagt; dat deze meer-resistentie rekening houdend met het verminderd oogstverlies 17 % hoger is dan bij P. bispora in geval er de infektie 200.000 sporen per kg dekgrond bedraagt. Indien wij echter overgaan tot een infektie van 2000 sporen per kg dekgrond hetgeen nog hoger is dan de normale toevalsbesmetting in de kwekerijen, dan blijkt edulis 36,5 % resistenter dan bisporus, t.t.z. het door deze infektie veroorzaakt oogstverlies is bij Ps. edulis 36,5 % kleiner, dan bij P. bispora. M.a.w. bij deze infektie is Ps. edulis praktisch volledig resistent t.o. Verticillium malthousei.

Bovendien hebben wij hier in eenzelfde proefcel op hetzelfde substraat en in hetzelfde mikroklimaat deze beide verschillende zwammen geteelt en wel zo dat alle teeltcondities werden bewaard zoals die alleen voor bisporus wenselijk zijn. Het is echter een feit dat bij teeltnormen die voor P. edulis optimaal zouden zijn, nl. hogere celtemperatuur en minder verluchting; er in dezelfde cel en bij eenzelfde infektie (2000 sp/kg dekgrond) ruim zes à acht maal meer Verticillium-infektie voorkomt bij bisporus dan bij P. edulis; terwijl tevens de fruktificatiesnelheid van P. edulis even vlug zou worden als bij bisporus. Zo mag terecht gerekend worden dat P. edulis in de praktijk zich zeer ziekteresistent zal gedragen t.o. Verticillium, op voorwaarde dat hij in zijn optimaal kultuurmilieu kan groeien. Beide zwammen kweken in éénzelfde cel zal onder oogpunt van infectieweerstand t.o. molziekten onmogelijk zijn.

6.3. Vergelijkende studie betreffende Mycogone perniciosa Magn.

A. Bespreking en infecties in vitro

Het zou maar een herhaling zijn indien deze bekende vochtdruppels-per-sende knobbelvormige grijsbruine met bacteriën geassocieerde natte-molziekte ook hier in detail opnieuw werd beschreven. Wij refereren o.m. naar Smith (1924) en Charles and Popenou (1928).

Volgens Chaze et Sarazin 1935 zouden er in het hymenium van P. bispora anti-toxinen aanwezig zijn die de groei van Mycogone perniciosa remmen, hetgeen niet zou gelden voor de andere delen van het vruchtlichaam en ook niet voor een jonge knop met onontwikkeld hymenium.

Vergelijkende schalentesten met P. bispora en P. edulis geënt op een afstand van 3 cm van de entplaats van M. perniciososa lieten ons waarnemen dat tussen de naderende mycelia van Psalliotia edulis en M. perniciososa een tijdelijke 2 mm brede remzone ontstaat welke pas na zes dagen geleidelijk begint te vernauwen. Wij hebben hier dus terug dezelfde goede eigenschap die wij vanwege P. edulis t.o. Verticillium malthousei ondervonden. Dit deed zich niet voor tussen de mycelia van P. bispora en Mycogone.

Volgens Espinasse et Touzé-Soulet (1968-1969) zouden de metabolische mycelium-exudaten van P. bispora en Mycogone perniciososa M. wederzijds elkaars groei stimuleren. Dezelfde auteurs constateerden dat de conidiën en aleurosporen reeds kiemden na 24 uur bij 23° C op glucose-alanine-agar in volledige duisternis en dat 24 uur later hun eerste filamenten reeds vertakten; de conidiën kunnen aan twee zijden een kiembuis vormen; de optimale myceliumgroei van Mycogone ligt rond 23° C en liefst in volkomen duisternis (bij belichting 5 % mycelium minder); de optimale pH is 5,5 tot 6,5; suiker, nitraten, en organisch gebonden NH_4 worden goed geassimileerd; en alanine, dat in bisporus- en hortensis-mycelium overvloedig aanwezig is, stimuleert ten zeerste de myceliumgroei van Mycogone perniciososa.

B. Infektie- en bestrijdings-proeven van Mycogone perniciososa Magn. bij P. bispora en P. edulis

Wellicht is het niet nodig verder in te gaan op de voorkomingsmiddelen van deze natte molziekte, vermits deze toch dezelfde zijn als bij Verticillium; men hoeft alleen maar rekening te houden met het feit dat bij Mycogone naast miljoenen conidiën ook ontelbare chlamydosporen gevormd en verspreid kunnen worden.

In de literatuur vindt men als voornaamste bestrijdingsmiddelen: de ontsmetting van de dekaarde met formol 40 % (2 l per m³ dekaarde); op minimum 55° C of 2 uur op 60° C; zinkcarbamat en of gechlloreerd gietwater nl. 2,5 cc huisbleekwater 5 % per l water (Smith 1924-26, Ayers and Lambert 1955; Vedder 1958; Fletcher and Ganney 1958).

In ons eigen proefwerk onderzochten wij:

a) De kritische dosis Mycogone-sporen in de dekaarde

In de deklaag van elke proefpot (5 herhalingen) werden als zwakste infectie telkens 1000 chlamydosporen verneveld op elke pot (1/2 kg dekaarde per pot) hetzij 2000 chlamydosporen per kg dekgrond. Als hoogste infectie vernevelden wij 100.000 chlamydosporen per pot of dus 200.000 sporen per kg dekaarde.

De verneveling geschiedde met ruim 25 cc water per pot zodat de sporen goed neerwaarts konden zinken in de deklaag. De infectie geschiedde op de dag van het afdekken. Na vijf oogstweken bekwamen wij volgende oogstcijfers in gram per kg mest (er was in elke pot 1/2 kg mest). De aandacht dient erop gevestigd dat de fruktificatie van P. edulis twee weken later aanving en dat aldus de oogstcijfers relatief kleiner zijn.

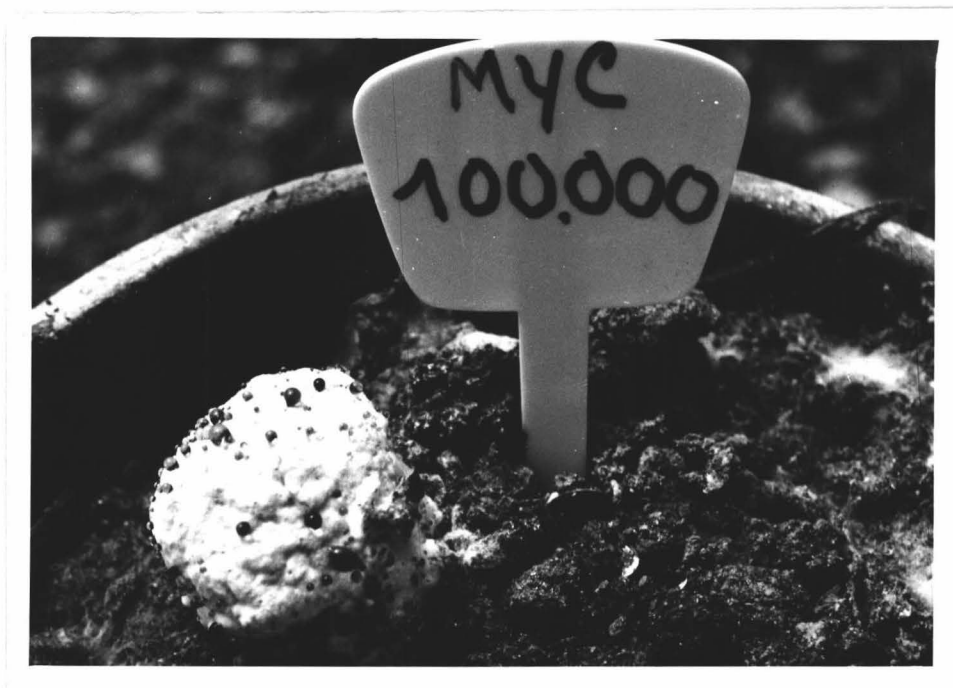


Foto 44: Met een kunstmatige infectie van 200.000 Mycogone-chlamydosporen per kg dekgrond werd nooit één enkel gezond bisporus-vruchtlichaam waargenomen. Men bemerkt duidelijk de uitgeperste vochtparels op de zieke champignon.

		Aantal sporen per kg dekgrond			
	blanco	2000	oogst-verlies	200.000	oogst-verlies
<u>P. bispora</u> (5 oogstweken)	288,0 g/kg mest	2,6	99,1%	0,0 (zie foto 44)	100%
<u>P. edulis</u> (3 oogstweken)	172,0	36,4	78,9%	17,2	90%

Men ziet onmiddellijk hoeveel pathogener deze Mycogone perniciososa is in vergelijking met Verticillium, althans voor wat betreft de hier beschouwde besmetting met chlamydosporen. Dit komt wellicht doordat de tijd tussen sporen-

aankomst in de dekgrond en eerste zichtbaar natte-mol symptoom ten langste 10 tot 13 dagen duurt (Fletcher and Ganney 1968), terwijl dit bij Verticillium malthousei in dezelfde deklaag 16 à 17 dagen duurt. Vervolgens blijkt uit het staatje dat P. edulis duidelijk meer weerstand biedt tegen deze infectie. Deze eigenschap zou zelfs nog meer geprononceerd geweest zijn indien wij P. edulis hadden geteeld in een andere proefcel waar beter aangepast en warmer mikroklimaat heerste voor deze Psalliota.

Tabel 11: Waarneming na deklaaginfectie met 200.000 Mycogone-chlamydosporen per kg deklaag. De fungiciden zijn oplosbare spuitpoeders met hun dosering in g per liter water. Oogstcijfers in g/kg mest.

Fungicide met telkens in g/l: R = richtdosis D = dubbel van R	<u>P. bispora</u>		<u>P. edulis</u>	
	oogst g/kg mest	oogstverl. t.o.blanco in %	oogst g/kg mest	oogstverl. t.o.blanco in %
Zineb 75 % R = 2 D = 4	95,4	66,9	83,2	51,7
	116,0	59,8	82,0	52,4
Maneb 70 % R = 2 D = 4	125,4	56,6	96,0	44,2
	127,2	55,9	95,0	44,8
Mancozeb 80 % R = 2 D = 4	138,4	52,0	100,0	41,9
	134,0	53,5	104,0	39,6
Captan 50 % R = 2,6 D = 5,2	160,6	44,2	87,4	49,2
	162,6	43,6	86,6	49,7
Ferbam 76 % R = 2 D = 4	108,0	62,5	85,0	50,6
	132,6	54,2	111,2	35,4
Koperoxychloride 50 % Cu R = 4 D = 8	66,0	77,1	86,0	50,0
	66,0	77,1	104,0	39,6
Infektie 100.000 sp. zonder fungicide	0,0	100	17,2	90
Blanco zonder infectie en zonder fungicide	288,0	0,0	172,0	0,0

b) Efficiëntie van fungiciden

Opnieuw werkend met potten van 500 g mest met erop 500 g dekaarde werd hier ook infectie toegepast in alle proefnummers (4 herhalingen) met 100.000 Mycogone-chlamydosporen per pot of 200.000 per kg dekaarde, dezelfde dag van het afdekken. Alleen een 10 tal potten bleven ongeïnfecteerd op ruime afstand gehouden van de infectiereeks. Er werden 6 fungiciden telkens met richtdosis en dubbel hiervan gespoten op de deklaag de 2^o dag na de infectie.

De verspoten hoeveelheid oplossing was 10 cc per pot of telkens 350 cc per m². De pH van alle spuitoplossingen was gelegen tussen 7,2 en 7,5. De doses zijn aangegeven in de tabel op blz. 148, met erbij de oogstresultaten in gram per kg mest en met het berekend oogstverlies. De oogstomstandigheden waren hier dezelfde als bij de test nopen de kritische dosis ziektesporen (zie hoger). De waarnemingen zijn in tabel 11 weergegeven.

Uit tabel 11 blijkt dat bij P. bispora geen enkel dezer zes fungiciden meer dan 100 - 43,6 of 66,4 % van de oogst kon worden gered, hetgeen het geval was met een captan-bespuiting. Ook maneb, ferbam, mancozeb, en zineb konden ruim 40 tot 45 % van de oogst redden; met beide eerstgenoemde fungiciden kregen wij zelfs een ongedeerde 1^o vlucht (foto 45). Koperoxychloride was weinig doeltreffend. Behalve met zineb en ferbam hadden dubbele doseringen geen nuttig effect.* Bij P. edulis was behalve met captan het oogstverlies gemiddeld 10 tot 27 % kleiner. Het effect der fungicide verliep hier overigens parallel met dat bij P. bispora, met uitzondering van koperoxychloride waar vermoedelijk een toevallig gunstig neveneffect een beter produktie veroorzaakte; de spreiding van de oogstcijfers ligt hier immers ver uiteen.

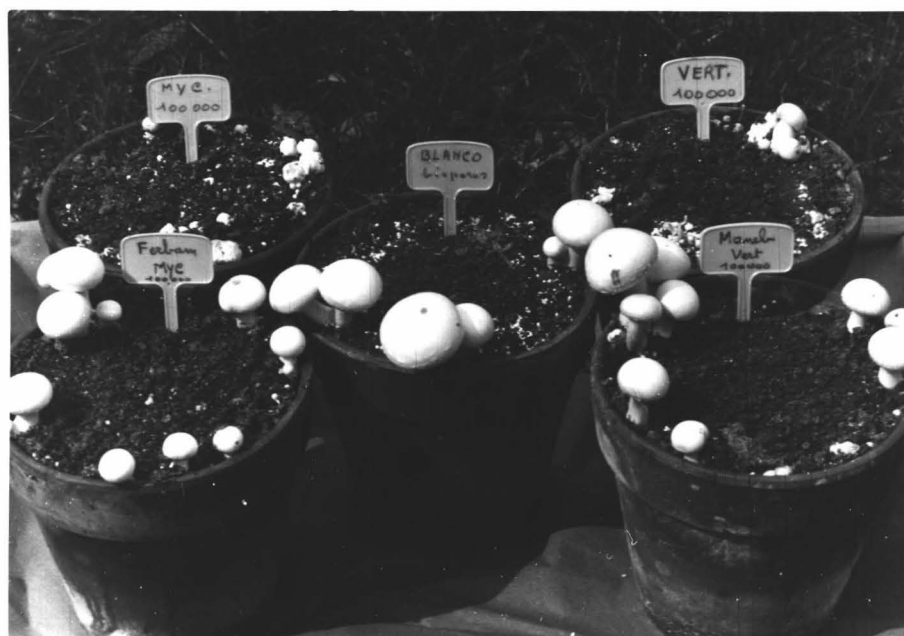


Foto 45: Het Mycogone- en Verticillium-bestrijdend effect van ferbam en maneb is hier bij P. bispora duidelijk waar te nemen; men vergelijk de beide onderste met beide bovenste proefnummers in de eerste vlucht.

* Biometrische analyses volgens Fischer en Snedecor.

Wat betreft de vergelijking van de ziekeresistentie t.o. *Mycogone* stellen wij vast dat bij infectie met 200.000 chlamydosporen per kg lekaarde er bij *P. bispora* 10 % meer aantasting was dan bij *P. edulis*; bij infectie met 2000 chlamydosporen per kg dekaarde bleek *P. edulis* ruim 20 % resistenter.

6.4. Grafische voorstelling

De grafische voorstelling (fig 5) van de ziekeresistentie van *Psalliota bispora* en *P. edulis* t.o. *Verticillium* en *Mycogone* toont ons dat de lijnen van *Verticillium* en *Mycogone* bij *P. bispora* steeds lager gelegen zijn dan de lijnen van beide parasieten bij *P. edulis*. Vooral in het gebied der spontane luchtbesmetting in winter en zomer blijkt *P. edulis* nagenoeg totaal bestand te zijn tegen infectie (zie blz. 151).

De bevinding dat *P. edulis* vrij is van, of resistent t.o. droge en natte mollen is dus alleen geldig tot luchtbesmettingen van + 1500 *Verticillium*- en + 500 *Mycogone* sporen per kg dekaarde. Gelukkig zijn de meeste infecties op onze champignonbedrijven te klasseren bij de spontane luchtbesmettingen zodat *P. edulis* zich in de kwekerij zal kunnen gedragen als "mol-resistent", of toch minstens "uitgesproken mol-resistenter dan *P. bispora*".

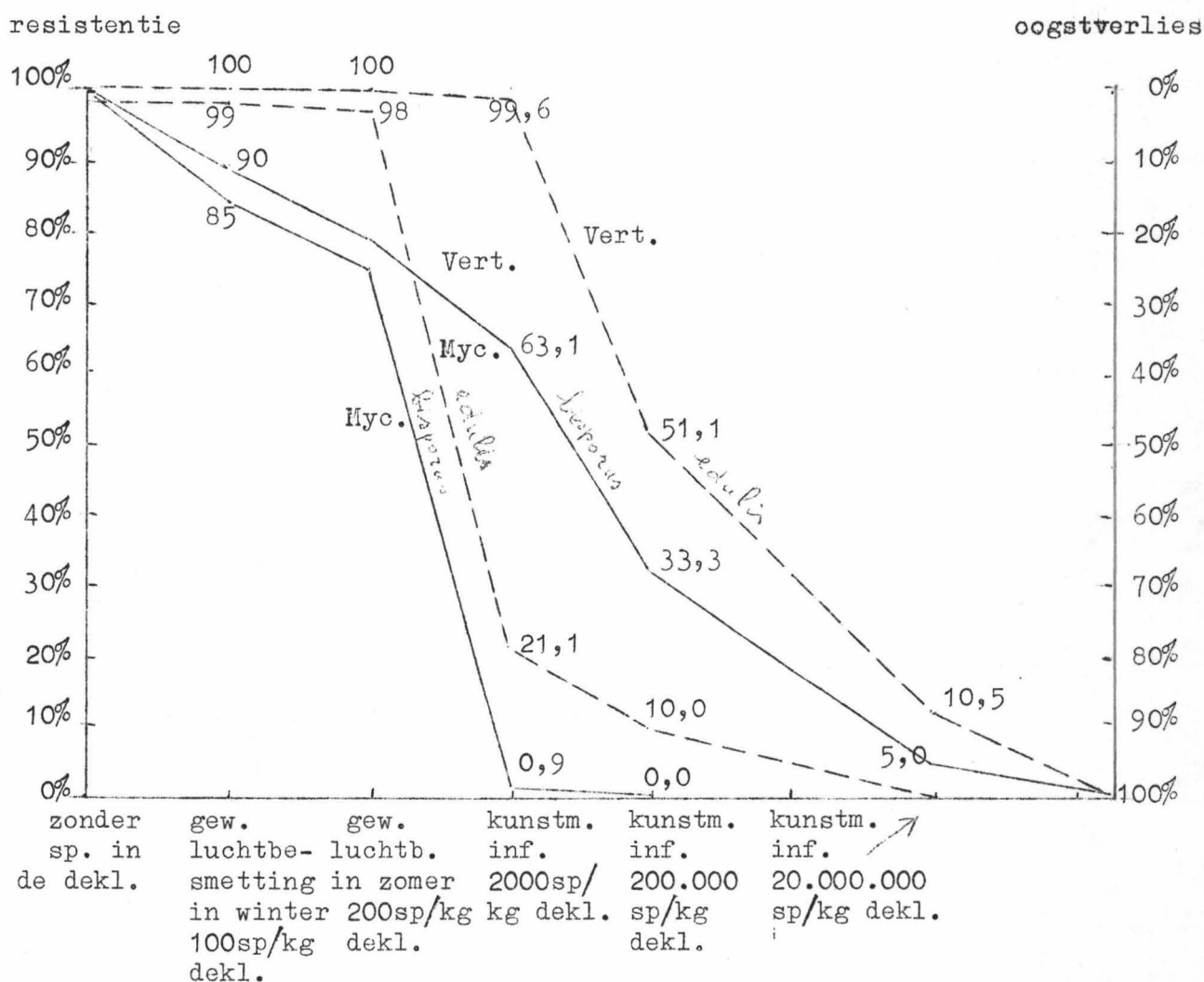
6.5. Tolerantie van het mycelium van *P. bispora* en *P. edulis* t.o. fungiciden

a) Bij *Psalliota bispora*

Sinds 1943 werden reeds in de champignonteelt volgende middelen aangewend t.o. ongewenste schimmels in mest, deklaag of op het beddenhout:

- 5 % CuSO_4 oplossing
- 5 % celcure oplossing; 2 % triolith (Wolman zout) oplossing; telkens op celbedplanken zonder schade aan het mycelium (Pizer and Glasscock 1943).
- 2 % chromelzout of 2 % koolteer creosote beschadigden het mycelium doch verminderden de opbrengst niet (Pizer and Glasscock 1943).
- 1/2 tot 1 lb CuSO_4 per ton compost ingemengd bij de laatste mest-omzetting bleek een goed selectief fungicide te zijn (Gandy 1953).
- 250 ppm pentachloornitrobenzeen aangewend op de deklaag een dag na 't afdekken verdaagde de normale datum van de eerste vlucht ruim drie weken en verlaagde ten zeerste de produktie (Goodman 1958).
- een beroking van de dekgrond met methylbromide leverde zeer bevredigende resultaten (Kohn 1962).
- Read (1966) meldt als bruikbare fungiciden: zineb, mancozeb, quintozeb, Na-en Ca-hypochloriet, op de bedden; alsmede het Na-zout van DNOC, formol en Na-pentachloorfenolaat voor de celontsmetting; en tenslotte CuSO_4 om in de compost te mengen.

Fig. 5: Grafische voorstelling van de ziekteresistentie van *P. bispora* en *P. edulis* t.o. *Verticillium* en *Mycogone*. De resistentie is hier uitgedrukt in procent gezond oogstgewicht t.o. een streefnorm van een denkbeeldige 100 % ziekteresistente soort die dus 100 % gezonde oogst zou geven.



- Uit eigen werk met *P. bispora* bleek het volgende:

Zowel in normale teeltomstandigheden als in reinkultuur werden tien spuitbare fungiciden getest ten einde hun invloed op de groei van het mycelium van *Psalliota bispora* Lange na te gaan. Bovendien werd de eventuele nevenwerking nagegaan op de oogst der vruchtlichamen.

De aangewende fungiciden zijn 70 % maneb, 80 % zwavel, 50 % koperoxychloride, 80 % TMTD, 76 % ferbam, 50 % phaltan, 22 % dinocap, 50 % captan, 75 % zineb, 80 % mancozeb; pentachloornitrobenzeen en trichloornitrobenzeen. Ieder van deze produkten werd aangewend in de normale bekende schimmeldodende dosis, haar helft en haar dubbel.

Er werd waargenomen dat maneb en mancozeb duidelijk meer dan de helft van het gekontakteerd mycelium vernietigden, terwijl zwavel, TMTD en phaltan het mycelium nagenoeg ongedeerd lieten. Bij de overige produkten had alleen de laagste dosis geen nadelige nevenwerking.

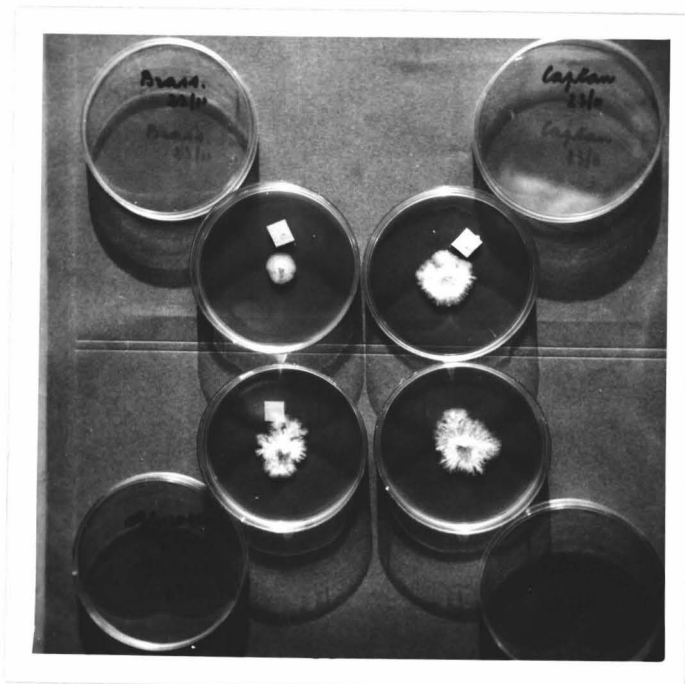


Foto 46: Men bemerkt bij P. bispora duidelijk de nadelige invloed van het met pentachloornitrobenzeen (Brassicol) en captan gedrenkt filtreerpapierruitje, in vergelijking met het in glucose gedrenkte strookje of t.o. het blanco van rechts onder.

Door geen enkele behandeling verminderde de oogst. Voor nadere bijzonderheden wordt verwezen naar onze publicatie "De tolerantie van champignon-mycelium t.o. enige fungiciden" (Poppe 1968). Foto 46 toont ons de toxische nevenwerking van pentachloornitrobenzeen en van captan t.o. het mycelium van P. bispora in vitro.

b) Bij Psalliota edulis
.....

Hier geschieden de tolerantietesten op analoge wijze als bij P. bispora doch enkel met zineb 75 %; maneb 70 %; mancozeb 80 %; captan 50 %; ferbam 76 % en koperoxychloride 50 % Cu, en dit in de normaal gebruikte schimmeldodende concentratie. Er werd bij elk der produkten een lichte vertraging van de opwaartse myceliumgroei in de deklaag waargenomen nl. 3-5 mm achterstand per week, hetgeen de vruchtzetting 2-3 dagen uitstelde, doch de totale oogst niet verminderde. Er werden ook geen misvormde of beschadigde vruchtlichamen opgemerkt.

7. EEN NIEUWE DOMESTICATIEKANS "PSALLIOTA EDULIS"

7.1. De gekweekte Psalliota's tot heden

a) Werden of worden gekweekt in vitro zonder normale hoedenvormige vruchtzetting, hoogstens met vorming van primordia of sclerootachtige myceliumconcreties, meestal echter met gewone myceliumgroei zonder meer.

Psalliota arvensis Schäffer; P. Bernardii Quélet; P. campestris Fr.; P. haemorrhoidaria Fr.; P. comtula Fries; P. edulis V.H.; P. perrara Schulz; P. silvatica Schäffer ex Secretan; P. silvicola V.H. Peck; P. villatica Brond.; P. xanthoderma Gen.; P. xanthoderma Gen. var. lepiotoides; P. xanthoderma Gen. var. obscurata; P. bresadoliana Uzonyi (kulturen bewaard te Baarn, zie Anonymus 1968; Heinemann 1954; en ook uit eigen reinkultuur-collectie).

Hierbij mogen zeker nog een tiental andere Psalliota's gevoegd worden waarvan het mycelium ongetwijfeld reeds op agar gecultiveerd werd, doch waarover niets gepubliceerd werd.

Vermelden wij hier tevens de knobbelvormige hoedloze en steelloze witte reuzepaddestoel van Gerda Fritsche (1965) die een mutatievorm is van Psalliota bispora albida en die zij stam 59 C noemt.

b) Werden of worden gekweekt via reinkultuur in vitro met vorming van plukbare hoedvormige gesteelde vruchtlichamen, eventueel voor handelsteelt:

b1) met zekerheid:

- Psalliota bispora (Lange) Singer; (Constantin 1894)
- Psalliota bispora Lge Schäffer and Möller, nieuwe geteelde wilde bruine en crème vormen (Wahl 1950).
- Psalliota hortensis Cooke sensu Essette; (Constantin 1894)
- Psalliota sp., haystack mushroom, niet nader gedetermineerde viersporige soort met gedeeltelijke kenmerken van P. arvensis en P. campestris (Cayley 1938)
- Psalliota bispora (Lge) Treschow forma sublevis; Ps. bispora (Lge) Tresch. f. pseudosilvatica; en Ps. bispora (Lge) Tresch. f. imbricata (Latkoczky Uzonyi 1959).
- Agaricus macrosporus (Pilát) op synthetisch substraat op basis van stromengsel, turf en kalk (Uzonyi 1965); Duggar (1905) vermeldt de teelt van deze soort onder de benaming Psalliota villatica Brond. (sensu Bres)
- Agaricus leucotrichus Möller, op paardemestcompost (Möller 1962)

- Psalliota subedulis Heinemann (tropische Psalliota) op een gefermenteerd mengsel van Savannagrass en paarde-koe- of schapemest (Cailleux 1968).
 (Psalliota edulis Vitt. verschilt van P. subedulis door volgende eigenschappen: P. edulis komt voor in de gematigde streken; heeft geen gezwollen steelbasis; hoeddiameter relatief breder t.o. steellengte; gladder hoedbekleding; licht geel wordend door aanraking; reactie van Schäffer dikwijls positief waar deze bij subedulis nul is; lamelrandharen kleiner spijkervormig hyalien; kleiner sporen; steeds kleiner van gestalte en gemiddeld gewicht).

b2) met enige twijfel over de juiste benaming:

- Psalliota arvensis (Schäffer) Fr. Deze zwam zou met vruchtzetting gekweekt geworden zijn door Duggar in 1905 en door de Deen Treschow op een hoekje mestbed, proefjaar niet vermeld (Vedder 1964); door de Rus Lebedeva in 1941 op mest (Lebedeva 1941); en tenslotte ook door de Duitser Janett in 1949 op synthetisch substraat (Peter 1949). De mogelijkheid dat deze grasbewonende Psalliota ooit met normale hoedvormige vruchtzetting gekweekt werd is echter uiterst klein en wordt ten eerste betwijfeld door Cayley (1937 en 1938); door Singer (1961); en door onze eigen proeven met Ps. arvensis waarbij alle geteste substraten een negatieve uitslag gaven.
- Psalliota subrufescens Peck (Falconer 1894)
- Psalliota subperonata Lange werd volgens Singer (1961) eens geteeld in Europa.
- Psalliota brunnescens Peck werd volgens Stewart (1929) en volgens Singer 1961 destijds als verkeerde naam gebruikt voor een geteelde Psalliota die veel gelijkenis vertoonde met Psalliota hortensis Cooke, Psalliota subperonata Lange of zelfs met Psalliota subrufescens Peck.

c) Werden of worden gekweekt met normale vruchtzetting op primitieve wijze door 't overplanten van mycelium-aggregaten, vruchtdelen of sporenzaaiingen in de natuur, dus zonder enige vorm van reinkultuur in vitro:

- Psalliota bispora (Lange) Singer; Psalliota hortensis Cooke sensu Essette sinds 1651 (Bonnesfons 1651) en sinds 1707 (De Tournefort 1707)
- Psalliota pseudo-arvensis Passecker (Passecker 1959)
- Psalliota campestris L. ex Fr.; een eeuwenoude doenwijze nl. het openspreiden op de grasmatten van rijpe vruchtlichamen of (meer recent) de sporen ervan openzaaien in de weiden of grasperken in afwachting dat er ééns weidechampignons zullen verschijnen.

7.2. Psalliota edulis Vitt., een viersporige Psalliota geschikt voor handelskultuur.

a) Teeltmethode

Wij hadden nooit verwacht dat deze op agar eerder traaggroeiende Psalliota edulis zulk een vlotte myceliumgroei en vruchtzetting zou vertonen op gefermenteerde paardemest. Nu dit tóch het geval was - zie hoofdstuk over biologie en groeiverloop in reinkultuur - werden spoedig meerdere herhaalde teeltproeven met deze soort aangelegd in het klassiek champignoncelmilieu.

Het enten gebeurt met 25 % meer broed dan wat men normaal voor de klassieke kulturechampignons gebruikt, dus 7,5 cc per kg mest bij edulis t.o. 6 cc per kg mest bij bisporus of respectievelijk 7,5 l tegenover 6 l per ton mest.

De mestlaag is liefst niet dikker dan 16 cm (optimum) vermits hier het aantal vruchtlichamen per oppervlakte-eenheid te groot wordt hetgeen bij P. edulis voor gevolg heeft dat de vruchtlichamen elkander uitstoten omwille van hun vastvlezigheid en horizontaal uitzettende ingerolde hoedrand; bovendien kunnen zij bij te dichte stand niet fileren zodat een te dikke mestlaag hier vermoedelijk minder gewenst zal zijn. Wanneer een mestlaagdikte gelegen is tussen 8 en 18 cm mag men goede resultaten verwachten.

De mest weze goed doorgefermenteerd en bereid met ureum of nog liever met aal, met daarbij luzernemeel, sojaboonmeel of moutkiemen; stadskompost en rivierslibpoeder zijn vermoedelijk zeer gewenste mest-of deklaagaanrijkers. Tal van composttesten zullen een goede wegwijzer zijn.

De incubatie verloopt behoorlijk vanaf 20° C doch activeert snel door hogere temperatuur nl. tot 32° C, met 28° C als optimum hetzij 4-5° C hoger dan bij bisporus. Het vochtgehalte mag de verzadiging nabij zijn en als verluchting is 1 luchtverversing van de teeltcel per dag voldoende.

Wij mogen niet vergeten dat het hier gaat om een paddestoel die qua levenswijze de truffels nabij is; immers leeft hij graag onder straatstenen en hard gelopen wandelpaden om dan het hoedoppervlak nauwelijks één cm boven het grondoppervlak te vertonen, en dan nog met grondkruimels bedekt. Het is dus een paddestoel wiens mycelium en vruchtlichaam in heel besloten milieu kan opgroeien. Na de incubatie wordt de mestmassa bijna spierwit omdat alle strodeeltjes met edulis-mycelium dicht omweven worden, hetgeen zich bij P. bispora slechts gedeeltelijk voordoet zodat de vele onbegroeide strodeeltjes hier een geelbruine tint vertonen. De mest wordt bij P. edulis veel intenser begroeid en uitgebaat (zie foto 47).

Het afdekken kan geschieden na 15 à 25 dagen naargelang de incubatietemperatuur en broedhoeveelheid. De deklaag mag voor zover onze proeven reiken - dezelfde zijn als bij de gewone tweesporige teeltchampignons. Ook de deklaagdikte weze dezelfde doch de dekgrond moet veel meer aangedrukt worden, zoniet vormen de vruchtlichamen zich te diep. Ook hier zoals destijds met bisporus zullen allerlei deklaagproeven ons nog veel kennis bijbrengen.

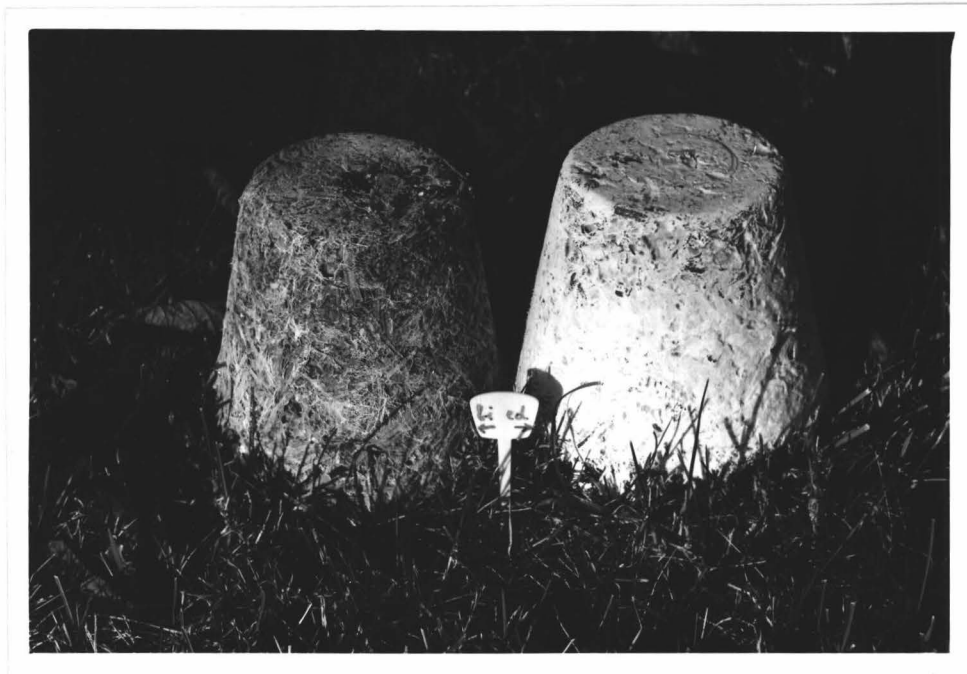


Foto 47: Links: klassieke champignonmest geincubeerd met P. bispora, rechts dezelfde mest met P. edulis; beiden 4 weken na gelijkmatige enting.

Vanaf de 7^o dag na 't afdekken mag er geleidelijk een weinig meer gelucht worden; en van zodra het mycelium zich homogeen 5 mm onder aan de deklaagoppervlakte vertoont moet eens fijn verneveld worden om oppervlakkig schimmelpuis te verhinderen en om de primordiënvorming te stimuleren (hier vermoedelijk ook een bacteriële tussenkomst zoals bij P. bispora, volgens Eger 1959).

De oogst verloopt totaal anders dan bij bisporus. Vooreerst komt de eerste vlucht bij 17° C slechts rond de 5^o à 6^o week na het afdekken en rond de 4^o à 5^o week na 't afdekken bij 22° C. De relatieve vochtigheid mag zo hoog mogelijk blijven en de vier tot acht luchtverversingen per dag zijn tijdens de pluk voldoende.

Hoe minder men verlucht hoe hoger de primordia zich vormen (zonder dat de steel fileert) en hoe minder grondkruimeltjes op de hoed. Dank zij de geringe aëratie droogt de dekaarde weinig uit en moet er ook weinig gesproeid worden. Een bijkomstige reden om weinig water te sproeien is de hoger drogestof-gehalte van edulis t.o. bisporus zodat relatief minder water wordt opgenomen

Het meest gunstige plukmoment is wanneer de hoeddoormeter 3 à 4 maal deze is van de dikke korte steel, vermits het dan nog + 24 uur zou duren vooraleer het plaatjes-bedekkend velum scheurt. Zo zijn de vruchtlichamen dan goed voor de commercialisatie. Voor P. bispora geldt hier ongeveer dezelfde plukregel zodat de te oogsten champignons dan natuurlijk heel wat kleiner en lichter zijn omdat de steel bij P. edulis veel dikker is. Foto 48 toont het opvallend verschil der vruchtlichamen.

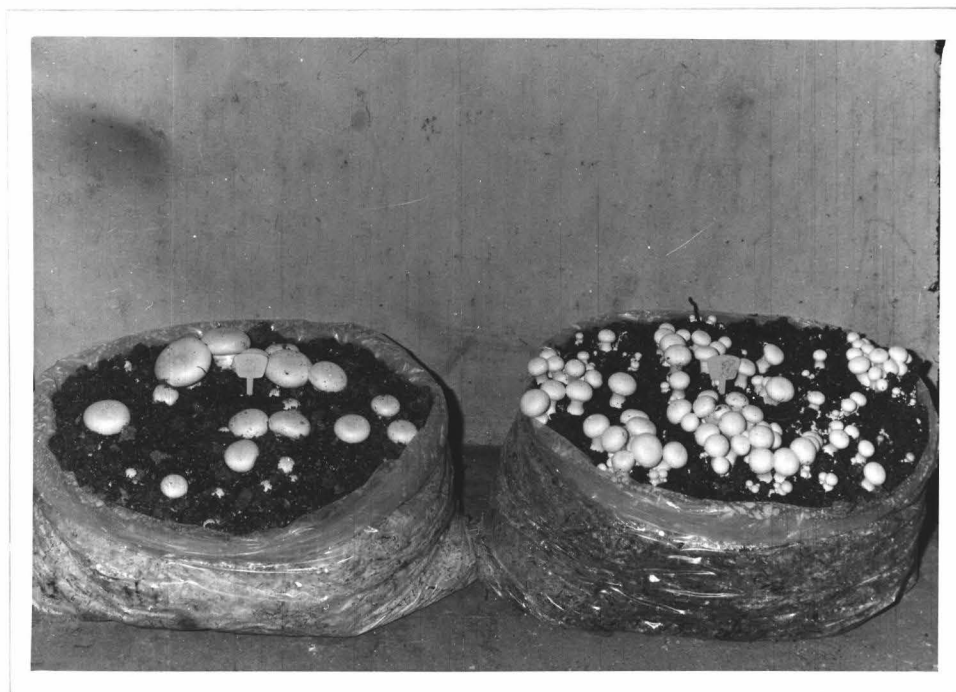


Foto 48: Links P. edulis in 1° vlucht, op 3 kg mest, halfwas, dus pas over twee dagen te plukken; rechts P. bispora in 1° vlucht, op 5 kg mest, oogstklaar. Na weging was er met beide soorten evenveel produktie ondanks er bij P. edulis 2 kg mest minder was, en dat laatstgenoemde tevens slechts bij 17° C geteeld werd dus zeker 5-8° beneden zijn optimum.

Men kan natuurlijk ook plukken nadat de hoedrand wat verder is ontrold doch de gewichtstoename is dan echter nog zeer miniem en de bewaring minder goed. Het is soms raadzaam uit een opgroeiende "champignon-rocher" een paar sterk drummende grote knoppen weg te snijden, om alle overige vruchtlichamen van de rocher tot volle ontwikkeling te laten komen.

Wanneer een volgende vlucht eventueel meer dan 12 dagen op zich laat wachten is het raadzaam én temperatuur én luchtvochtgehalte een drietal eenheden te laten stijgen. De vlucht kan ook laattijdig zijn doordat nog enige kleine achterblijvers van de vorige vlucht aan 't opgroeien waren, welke naar wij vermoeden de opkomst van de volgende vlucht kunnen vertragen.

Terwijl de oogstperiode bij bisporus in de champignonhuizen hoogstens 8-10 weken duurt, beslaat bij edulis de volledige fruktifikatieperiode ruim 12 tot 16 weken zijnde 6 à 8 vluchten telkens met 10-14 dagen tussen elke vlucht naargelang mestdikte, celtemperatuur en andere factoren. Het is echter niet uitgesloten dat dit met een andere deklaagsamenstelling heel wat sneller kan doorgaan.

Als ziektebestrijding is alleen een bespuiting met een insecticide bij 't afdekken aan te bevelen. Voor de rest zonodig een beroking tussenin twee vluchten ten einde de aangekomen vliegen-imago's te doden.

Het teeltrendement was vanaf de eerste proeven veelbelovend. Zo vermeldden wij reeds in het hoofdstuk over biologie en reinkultuur oogstcijfers van 300 tot 500 g champignons per kg mest. Naderhand bekwamen wij echter nog betere cijfers (natuurlijk steeds in 12 à 16 plukweken) nl. van 410,8 tot 658,2 g/kg mest met een gemiddeld gewicht van 21,46 g per champignon. Deze cijfers waren bij dezelfde proeven in plasticrecipienten met de witte bisporus meestal niet hoger dan 302,8 tot 479,4 g per kg mest met maximum 6,65 g als gemiddeld gewicht der champignons.

Als teeltruimten komen hier niet de grotten (tenzij mits verwarming) in aanmerking doch wel de gewone bovengrondse champignonhuizen, de belommerde serren en eventueel 's zomers in open lucht mits lommering, of eventueel in het bos.

Ten uitzonderlijken titel bekwamen wij éénmaal 1038 g mooie gesloten tot half-open edulis-vruchtlichamen op 1 kg gefermenteerde paardemest die geënt was geweest met een vierdubbele hoeveelheid gierst-broed (20 cc/kg mest) dat wij toevallig gedurende twee maand bij 12° C bewaarden. Foto 49 geeft ons een idee van de 5° vlucht van deze proef.

Heel waarschijnlijk was de hoge hoeveelheid broed voor deze bijzonder gunstige oogst-uitslag mede aansprakelijk. Na de oogst werd het afgeteeld mestsubstraat goed nagezien en er werden geen ongewone mest-of compost-aggregaten in terug gevonden. Het zou zeker de moeite lonen om deze streef-normen in de toekomst te trachten benaderen. Met zulke produkties is immers slechts 1 teelt per cel, per bedrijf en per jaar nodig en dus met zeer weinig arbeid om excellente champignons te oogsten aan lage kostprijs en meteen zelf weelderig zijn brood te verdienen.



Foto 49: De 5^o vlucht met P. edulis op 1 kg intens gekomposteerde champignonmest, mestlaag 7 cm dik, deklaag 4 cm bestaande uit oud rivierslib, blonde turf, as en CaCO_3 .

Als commercialisatie kan dezelfde doenwijze gebruikt worden als bij de bestaande witte en bruine handelsoorten. Het ware nochtans wenselijk voor P. edulis een ander plastiek verpakkingskleur te nemen vermits deze soort vastvleziger, aromatischer of dus waardevoller en duurder zal mogen verkocht worden.

Opmerking: Even terugblikkend op het teeltverleden van de klassieke kultuur-champignons waarbij ruim driehonderd jaar nodig was om tot een produktie te komen die thans nog niet hoger ligt dan deze van onze nieuweling P. edulis, mag zeker hoopvol worden uitgezien naar wat van deze soort nog via een weinig

onderzoek kan worden verwacht. Bovendien is het goed mogelijk dat in de natuur nog snelgroeiender edulis-stammen voorkomen die zich nog beter tot domesticatie lenen.

b) Voor-en nadelen bij de teelt van *Psalliota edulis* t.o. deze van de bestaande kultuurchampignons

b1) Voordelen

Fysiologisch - ecologisch - fytopathologisch

Psalliota edulis Vitt.

- door een trage zeer dichte ragfijne myceliumgroei wordt de mest intens uitgebaut ten gunstevan de vruchtzetting; hierdoor groot fructificatiegewicht.
- van het aantal per vlucht gevormde primordia worden ruim 70 % vruchtlichamen volwassen; de bedden zijn na de oogst nagenoeg vrij van nutteloze fructificatieresten.
- door wateroverlast wordt het zeer dicht myceliumpakket slechts traag gedegenerend.
- vruchtzetting stoort zich niet aan hoge CO₂ concentraties; geen filering van vruchtlichamen.
- deze soort zou uitstekend geschikt zijn voor zomerteelt in ons moderne bovengrondse champignonhuizen; temperaturen boven de 25° C storen nog niet aan de vruchtzetting, wel integendeel; P. edulis komt dus ook in aanmerking voor de streken met zuiders (Italië, Spanje), subtropisch en tropisch klimaat

Kultuurchampignons

- snel veelzijdig uitgroeiend mycelium, met vlugger doch iets minder intense uitbating van de mest; goed fruktificatie-gewicht.
- van het aantal gevormde primordia worden naar gelang de deklaag meestal hoogstens 10 % vruchtlichamen volwassen; de bedden zitten na elke vlucht vol met rottende oude dode primordia en ook met stomprestjes van te dicht aaneengegroeide vruchtstelen.
- door wateroverlast, zeer snelle mycelium-wegkwijning.
- vruchtlichamen zeer gevoelig aan aeratie-gebrek: "gesloten kamereffekt"; zeer uitgesproken met vorming van basaal uitgezwollen knoppen en dunstelige gefileerde snelopengaande vruchtlichamen.
- vaak heel wat moeilijkheden tijdens de zomerperiode, op warme dagen krijgen men opgeschoten gefileerde en bacteriegevoelige of molzieke vluchten; temperaturen boven de 20° C reeds schadelijk voor kwaliteitvolle oogst.

- zelfs bij breed uiteenlopende teeltomstandigheden komen geen of uiterst zelden schimmel-of bacterieziekten voor. Van Mycogone of Verticillium is geen sprake zonder kunstmatige infectie.

- eens de primordia gevormd laat de fruktificatiesnelheid zich zeer goed leiden door warmteregeling vooral indien voldoende luchtvochtigheid voorhanden is; deze laatste versoepelt immers de celstrekking en dus hoeduitzetting en gewichtstoename der vruchtlichamen.

- een uitgebreide gamma van ziekten eist vanwege de kweker ononderbroken voorkomingszorgen zoniet zijn zij een permanent gevaar voor ernstig oogst- of kwaliteitsverlies.

- door warmtevermoedering is er weldra gebrek aan zuurstof en gaan de knoppen opschieten zonder te verzwaren.

De vruchtlichamen
(vervolg voordelen)

P. edulis

Kultuurchampignons

- hoog gemiddeld gewicht nl. tot 24 g per vruchtlichaam, zeer snelle pluk is mogelijk.

- dik en vast vlezig, lang bewaarbaar; prachtig glad zijde-achtig wit. Drogestof gehalte 10 % hoger dan bij P. bispora.

- bij 't plukken wordt hier slechts één steelvoetje verwijderd van 2 g per 20 g oogst; dus stompjesverlies slechts 10 %.

- smaak intenser, fijner, iets wilder; vorm-en volumebehoudend bij de bereiding.

- steeds mooi zijdeachtig glad, vlakke hoed op korte dikke steel, zeer geschikt voor ongesneden bereidingen en opvulling.

- hoogstens gemiddeld 6 g per vruchtlichaam; pluksnelheid zeer beperkt door gering gemid. gewicht.

- matig dik en weekvlezig, vlug gewicht-verliezend door deshydratatie, vaak viltig of vezelig witte epidermis die door aanraking bruine kleuromslag vertoont.

- bij 't plukken moet hier minstens vier maal een voetje van 1 g worden afgesneden per 20 g oogst, hetzij 20 % stompjesverlies en meteen dubbel zoveel manuele handelingen.

- smelten en krimpen veel meer bij de bereiding en vragen meer toevoeging van kruiden, groot volumeverlies.

- de hoeden van grote rassen zijn rond en soms met licht viltige fijngeschubde epidermis, minder geschikt voor bepaalde bereidingen - zoals opgevulde champignons.



Foto 50: Hier de 6^o vlucht van P. edulis op 5 kg mest, er werden 28 gezonde
(1) spierwitte vruchtlichamen geoogst van gemiddeld 20 g in deze éne vlucht

b2) Nadelen

P. edulis

- trage myceliumgroei die voor gevolg heeft: kostelijker broedbereiding en meer broedbehoefte bij 't enten der mestbedden; langzamer en langdurende vruchtzetting; de edulis-kweker zal per jaar een reeks cellen minder kunnen vullen bv. slechts 3 teelten per cel en per jaar.
- door te dichte stand der primordia kunnen de niet fileerbare vruchtlichamen elkaar omhoog duwen waardoor enige knoppen kunnen taai worden.

Kultuurchampignons

- snelle (bisporus) tot zeer snelle (hortensis) myceliumgroei, die 5 en meer teelten per cel en per jaar toelaat.
- door te dichte stand zullen de vruchtlichamen fileren terwijl alle steelbassen in de dekgrond vastgehecht blijven.

(1) Alle foto's in dit proefschrift zijn eigenhandige originele opnamen.

- deze teelt zal van de kweker, wel minder zorgen, doch iets meer geduld vragen, tenzij hij de nodige kaloriën aan de kultuurruimte toevoegt.

- het teeltverloop in moderne champignonhuizen is snel onder alle oogpunten.

7.3. Mycologisch en economisch belang van deze positieve resultaten

a) Mycologische en fytopathologische aspecten

Het zou ideaal zijn de voordelen van Psalliota edulis samen met deze van Psalliota bispora verenigd te zien in één kruisingsvorm nl. bv. Psalliota bispora forma edula. In dit opzet zou men kunnen slagen via een reeks myceliumfusies van beide soorten uit dewelke eventueel een zeldzame versmelting zou kunnen leiden tot een positief resultaat. Hoe men het ook beschouwt, het is ongetwijfeld van groot fundamenteel belang dat men dank zij de hoger beschreven nieuwe reinkultuur reeds heel wat gedragingen van P. edulis kent, vermits men aldus niet in den blinde hoeft te experimenteren.

Het feit bv. dat P. edulis resistenter is t.o.v. bepaalde champignonziekten; dat de vruchtlichamen minder gevoelig zijn aan CO₂ en warmte; dat zij vastvleziger en kortsteliger zijn, enz... zijn factoren die als orienterend object kunnen dienen voor onderzoek in de richting van de rassenverbetering bij witte kultuurchampignon.

Voorts kan de kennis van deze reinkultuur ons leiden tot grondiger studie van genetische, fysiologische, ecologische en morfologische aspecten van Psalliota edulis.

b) Economische gezichtspunten

Reeds een paar eeuwen zijn de kultuurchampignons een gegeerde weelde-groente voor de vooraanstaande burgerij. Slechts reeds een paar decennia zijn zij ook stilaan bij de doorsnee middenstander 'n welgekomen feest-of zondag-groente geworden. Spijtig genoeg zijn de eerstgenoemden geleidelijk de klassieke teeltchampignons als ordinair gaan beschouwen en zien zij verlangend uit naar een variatie op de champignonmarkt. Sommige hebben zelfs reeds de gewone Psalliota van alle menu's geschrapt om deze te vervangen door een of ander minder courante geïmporteerde ingeblikte natuurrpaddestoel.

Uit meerdere organoleptische proeven is echter gebleken dat Psalliota edulis dank zij zijn iets fijner en iets wildere doorsmaak, en zijn vorm- en volumebehoud bij de warme bereiding, een echte menuvariatie op paddestoelengebied betekent. Men zal dus in de toekomst niet meer kunnen spreken van de "kultuur-

champignon" zonder meer; het zal immers nodig zijn te differentieren of het gaat over de meloenbedchampignon (Psalliota bispora), de tuinchampignon (Psalliota hortensis) of over de stadchampignon (Psalliota edulis).

Dit heeft voor gevolg dat in ons land ruim 5 nieuwe kwekerijen het jaar rond Psalliota edulis kunnen gaan telen met verzekerde afzet aan iets hoger marktprijs; terwijl bovendien de wegens zomerwarmte stilleggende bedrijven gerust een tussenteelt met de stadchampignon, Psalliota edulis, succesvol zullen kunnen beoefenen. Hierbij de relatief hoge ziekteresistentie van deze soort beschouwend wordt dit alles nog meer belovend indien meteen via doelmatig onderzoek, nog een rationeler teeltmethodiek kan worden op punt gesteld.

8. A L G E M E N E B E S L U I T E N

8.1. Conclusies per hoofdstuk

De studie van s y s t e m a t i e k e n s o o r t e n r i j k d o m maakt ons vertrouwd met ruim 128 verschillende Psalliota's en hun voornaamste groeimilieu nl. 35 species die als meest grasbewonend beschouwd kunnen worden terwijl er verder 25 zowel in gras als op grasloze bodem voorkomen; de overige zijn meestal bosbewoners. Spijtig genoeg bestaan er voor deze 128 Psalliota species in totaal 380 bruikbare synoniemen, hetgeen geenzins de aflijning der soorten vereenvoudigt.

De v e r g e l i j k e n d e b e s c h r i j v i n g van de vijf bestudeerde soorten die in geheel dit proefschrift in de volgorde Psalliota campestris Fr., Ps. arvensis Sch., Ps. edulis Vitt., Ps. bispora Sing., en P. hortensis Cooke behandeld worden, laat ons toe een zo nauw mogelijke begrenzing van elk dezer species aan te stippen, elk bovendien met hun bijkomende morfologische en andere meldenswaardige eigenschappen.

Uit het hoofdstuk over de l e v e n s w i j z e e n e c o l o g i e i n d e n a t u u r bleek dat alleen Psalliota campestris en Psalliota arvensis écht obligaat graswortelbewonende soorten zijn, doch dat zij, noch de drie overige geen specifieke grasziekteverwekkende eigenschappen bezitten. De levenscyclus der vijf soorten geschiedt ononderbroken vanaf de sporenkieming in warme zomerdagen via een vertraagde doch vitale myceliumgroei in de winter tot bij de eerste vochtige juni- of julidagen, bij dewelke de vroegste fruktifikatie met hoedenvorming aanvangt. Verder in dit hoofdstuk wordt zeer in detail uitgewijd over het groeimilieu, vindplaatsen, ontstaan van heksenringen, en klimatologische factoren; hetgeen resulteert in de opvatting: dat het hier gaat om 5 wereldverspreide Psalliota's waarvan de heksenringvormen alleen nog zeldzaam voorkomen in de minst verstoorde weiden of humusrijke plaatsen. Tevens gelden hier talrijke microklimatologische invloeden waarvan vocht en warmte de meest belangrijke zijn. Meteen wordt hier zo goed mogelijk bewezen dat de heden geteelde Psalliota's tot twee gescheiden soorten behoren nl. P. bispora Lange en P. hortensis Cooke.

Tot slot van dit omvangrijk hoofdstuk werd o.m. de verstoring van het biologisch evenwicht in onze gras- en hooiweiden aangestipt als een hoofdfactor van de geleidelijke teloorgang van de grasminnende Psalliota's in de natuur.

B i o l o g i e e n g r o e i v e r l o o p i n r e i n k u l t u u r vormt een kompleks onderzoek omtrent de gedragingen der vijf beschouwde Psalliota's bij elke fase van hun levenscyclus, nl. de sporenkieming die meest efficiënt is bij een multi-spore-zaaiing op wort-agar; de myceliumgroei die op de meest diverse broedsubstraten weelderig is behalve voor de twee obligaat grasbewonende soorten; en de vruchtzetting die nergens lukte met de P. campestris en P. arvensis-soorten doch die daarentegen in vitro, teeltcel, serre en weide herhaaldelijk slaagde bij P. hortensis, bisporus en edulis.

Verder wordt hier in vitro de mogelijke vorming van mycorrhiza microscopisch bewezen bij elk der vijf Psalliota's. Het positief resultaat met de fructificatie van Psalliota edulis was een aanleiding om de fysiologische gedragingen van eerst-genoemde met deze van P. bispora eens grondig te vergelijken; waaruit o.m. blijkt dat beide mycelia een positief tropisme bezitten voor pepton, terwijl dit met nabije suikers en vitaminen geenszins het geval was. Tegenover indolylazijnzuur had het edulis-mycelium een positieve affiniteit; de vruchtzetting van laatstgenoemde zwam in teeltcel werd met fenoxylazijnzuur en indolylazijnzuur gevoelig gestimuleerd.

Meerdere proefreeksen over de c o m p a r a t i e v e z i e k t e r e s i s t e n t i e van P. bispora (wit) en P. edulis bewezen het duidelijk meer resistent zijn van P. edulis t.o. Mycogone en Verticillium, en tevens het totaal ziektevrij teeltverloop van deze laatstgenoemde Psalliota. De meest efficiënte geteste selectieve fungiciden ter bestrijding van Mycogone en Verticillium waren maneb, captan, en ferbam.

De milde vruchtzetting van P. edulis in alle teeltproeven waarnemende werd het laatste werk-hoofdstuk betiteld met n i e u w e d o m e s t i c a t i e k a n s. Bij de beschrijving van de teeltmethode, die met succes kan geschieden op de klassieke champignonkompost wordt vooral de behoefte van vochtige warmte onderlijnd. Om de vruchtzetting even vlug te induceren als bij P. bispora zal hier ruim 8° C meer nodig zijn in de teeltcel hetgeen gelukkig mag gepaard gaan met heel wat minder ventilatie. Produkties van 500 kg per ton mest met gemiddeld 21 g per vruchtlichaam waren als normaal te beschouwen, dit op + 14 plukweken. Bovendien zijn talrijke voordelen zowel kwalitatief als phytopathologisch aan deze soort verbonden.

8.2. Slotbeschouwingen

a) v e r v u l d e w e n s e n v a n m y c o l o g e n: Wij denken hier in de eerste plaats aan de Amerikaan Singer die in 1961 schreef: "We are

thus deprived of any comparative data regarding yields, resistance to diseases, and growing temperatures for the mycelium and fruiting bodies, requirements for substrata, spore germination data, and experiences of cultivation in sterile conditions of Psalliota edulis, which properties as an edible species are in many regards rather better than those of Ps. bispora".

Verder een citaat uit Lachaume et Bellair (Parijs 1964): "Les progrès réalisés durant ces dernières années ont permis de cultiver au laboratoire de multiples champignons plusieurs à l'état de blanc pur et même de chapeaux mais la plupart ne sont guère susceptible d'être utilisées pratiquement, peu de champignons pouvant rivaliser avec le Psalliota (bisporus) cultivé et ses qualités".

Hierbij aansluitend de opinie van Alexopoulos (Jena 1966): "Obwohl nur eine Art von Hutpilz (Ag. bisporus) in grossen Ausmass für Speisezwecke kultiviert wird, sind viele der wilden Arten ebenso gut und besser in Geschmack und von Kennern hoch geschätzt".

Er zijn nog meerdere auteurs die met analoge woorden de wens verbergen omtrent de kultuurmogelijkheid van andere Psalliota's. Wij vermoeden dat met de domesticata van Psalliota edulis aan dit verlangen in zekere mate werd voldaan.

b) B o e i e n d e s t r e e f n o r m e n: Na herhaaldelijke selecties van de best groeiende Psalliota-edulis-kulturen op agar en na meerdere sporenzaaiingen van mooie eersteling-vruchtlichamen bekwamen wij steeds betere fruktificatiecijfers. Het bij uitzondering voorkomen van een oogst van 1038 g edulis-vruchtlichamen op één kg mest met een substraatlaag van 6 cm dik bewijst ons dat in deze stadchampignon zeer intense fruktificatieneigingen aanwezig zijn.

Te streven naar produkties die op iets langer pluktermijn het dubbele zijn van de tot heden geteelde tuin-en meloenbedchampignons, zou geen ijdel doel betekenen. Liefst via wat efficient onderzoek, en zelfs zonder dit, mag Psalliota edulis Vittadini, vooral in warm teeltmilieu, beschouwd worden als een veel belovende nieuwe kultuurchampignon.

L I T E R A T U U R

1. Per hoofdstuk

- Systematiek en soortenrijkdom

- ARBOR Ann: The University of Michigan Press. 1964, 264 pag. coll. ill.
- BEQUET A.: Une espèce méconnue, *Psalliota ammophila*. Menier, Bull. trim. de la Soc. myc. de France. Tome VXXXIII 14, 36, Paris V, 1957, 981-988.
- BLOCK S.S., STEARNS T.W. and others: Mushroom mycelium, experiments with submerged culture. *Agaricus blazei*. Agric. Food. Chem., 1, 14, 1953, 890-893 (via RAM 1955, blz. 762).
- BUCH R.: Die Blätterpilze des Nordwestlichen Sachsens. Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1952, 346 pag.
- CHRISTENSEN C.M.: Keys of common fleshy fungi. Burgess publishing Co., Minnesota, 1946, 45 pag.
- GAMS H. und MOSER M.: Kleine kryptogamenflora, Band II b. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart, 1955, 327 pag.
- HEINEMANN P.: Clé pratique des genres d'agaricales. Bulletin des Naturalistes Belges, Bruxelles, 1947, 18 pag.
- HUYSMAN H.S.C.: Notes sur le genre *Agaricus Persoonia*, Leiden, 1960, 321-324.
- IIREH L. und BOHUS G.: Studien zu den Ökologischen Verhältnissen von *Agaricus maskae* Pilat. Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde, 1969, 47, 1 en 2, 19-21.
- LANGE J.E. en LANGE M.: Paddestoelengids. Elsevier Brussel, 1964, 234 pag. 600 fig.
- LITCHFIELD J.H.: Nutrient content of morel mushroom mycelium. J. Food Science 29 (5), 1964, 690-91.
- MASSEE G.: Diseases of cultivated plants and trees. 2° ed., Duckworth and company, London, 1915, 602 pag.
- MOELLER F.H.: Fungi of the faeröes. Ejnar Munksgaard, Copenhagen, 1958, 285 pag.
- METROD G.: Agarics peu communs. Schweizerische Zeitschrift für Pilzkunde, vol. 3, 38, märz 1960, 44-45.
- PARKER RHODES A.F.: The Basidiomycetes of Stockholm Island, VIII. Taxonomic distributions. New Phytol. 51(2), 1952, 216-288.
- REA C.: Appendix II to British Basidiomycetae, British myc. Soc. Trans. vol. 17, 1932-33, 35-50.
- ROMAGNESI H.: Nouvel atlas des champignons. Bordas, Tome I, 1956, 95 pag. 79 planches.
- SKIRGIELLO Alina: New species of Asco- and Basidiomycetes for the Polish flora. Acta Soc. Bot. Polon. 17 (1), 1946, 53-60.
- VON ARX J.A.: Pilzkunde, J. Cramer, 3301 Lehre, 1967, 356 pag.

- Vergelijkende beschrijving

- ALEXOPOULOS C.J.: Einführung in die Mykologie. Veb. Gustav Fisher Verlag Jena, 1966, 194 pag.
- ATKINSON G.F.: Morphology and development of *Agaricus-rodmani* Peck. Proc. Amer. Phil. Soc., 54, 1922, 309-343.
- BATAILLE Fr.: Réactions macrochimiques chez les champignons. Paul Lechevalier, Paris, 1948, 172 pag.
- BESSEY E.A.: Morphology and taxonomy of fungi. Hafner publishing company, New York, 1961, 791 pag.
- BODMAN Sister M.C.: Morphology and cytology of *Guepinia Spathularia*. Mycologia, vol. 30, 1938, 635-652.
- DODONAEUS R. en CLUSIUS C.: Cruydt-boeck, 3° uitgave, Antwerpen 1608, 1580 pag., 854-855.

- GELDHOF W.: Uit de geschiedenis der tuinbouwgewassen. Champignons 1 en 2 - Groenten en fruit 15 en 16, 1960 en 1961, pag. 466 en 1135.
- GREGORY P.H.: Electrostatic charges on spores of fungi in the air. Nature, London, 180, 4581, 1957, pag. 330. (R.A.M. N° 36, 1957, blz. 776).
- HEIN I.: Studies on the mycelium of *Psalliota campestris*. Amer. J. Bot. 17, 1930, 197-212.
- HLAVACEK Jiri (Praag): Zytologische studiën über die Gattung, *Agaricus* - Mushroom Science VI, 1965 (1967), 77-81.
- KLIGMAN A.M.: Secondary spores in the mycelium of the cultivated mushroom *Psalliota campestris* Fries. Amer. J. Bot. XXIX, 4, 1942, 304-308 (R.A.M. N° 21, 1942, blz. 401).
- KNEEBONE L.R.: Strain selection, development and maintenance. Mushroom science VII, 1968, 531-541.
- MATHEW K.T.: Morphogenesis of mycelial strand in the cultivated mushroom *Agaricus bisporus*. Brit. Myc. Soc. Trans., vol. 44, 1961, 285-290.
- MOLITORIS P.: Bestimmung der *Agaricus campestris*. Stämme NRRL 2334, 2336 als *Beauveria tenella*. Mushroom Science V, 1962, pag. 218-230.
- MURRILL W.A.: Illustrations of fungi. Mycologia, vol. 7, N° 5, 1915, 221-226.
- PEARSON A.: New records and observations. *Psalliota bitortuosa*. Brit. Myc. Soc. Trans. vol. 35, 1952, 97-122 fig.
- PECK N.Y.: State Mus. Nat. Hist. Rep., 36, 1885, 45.
- SASS J.E.: A cytological study of a bisporous form of *Psalliota campestris*. Papers Michigan Acad. Sci., 9, 1928; 287-298. (Biol. abstr. vol. 4, 1930, N° 10806).
- THIELKE Charlotte: Die substruktur der Zellen im Fruchtkörper von *Psalliota bispora*, Mushroom Science VII, 1968, 23-30.

- Levenswijze in de natuur

- ANONYMUS: The fungi known to the ancients. Brit. Myc. Soc. Trans. 1896-1901, vol. 5, Kraus reprint Vaduz, 1963, 48-31.
- ANONYMUS: Notes and brief articles, Mycologia, vol. 12, 1920, 36-54.
- ANONYMUS: Ministry of Agriculture, Fisheries and food: Mushroom growing, Bulletin N° 34. Her Majesty's stationery office, 1960, 66 pag.
- BECHTEL A.R.: Notes and brief articles - the lifting power of a mushroom. Mycologia, vol. 25, 1933, 150-156 fig.
- BONDARTSEV A.S.: Fairy-ring mushroom as a destroyer of concrete and asphalt. J. Bot. U.S.S.R. - Bot. Zh. S.S.S.R., 37, 3, 1952, 373-374. (Uit R.A.M. 32, 1953, blz. 330).
- BOURGEOIS G.: Trente-quatre années de contrôle de champignons sauvages à Dijon. Bull. trim. Soc. Myc. de France, Tome 79, Fasc. 1, 1963, 253-268.
- BRETZLOFF C.W., ROBBINS W.A. and CURME H.J.: Observations on the multisporous isolates from the cultivated mushroom, *Ag. bisporus* (Lange) Singer. Mushroom science 5, 1962 (1963), 188-196.
- BRIDGE COOKE Wm.: Fungi of Mount Shasta 1936-51. Sydowia Ann. Myc., vol. 9, 1955, 94-215.
- CALLOW E.: Observations on the artificial growth of mushrooms. Fellowes, London, 1831, 46 pag.
- CARLETON Rea: Edible fungi. Brit. Myc. Soc. Trans., 1923-1924, Kraus reprint, Vaduz, 1964, 35-43.
- CAYLEY D.M.: Field observations on, and cultural experiments with wild and cultivated forms of edible mushrooms. Brit. Myc. Soc. Trans., Vol. 19, 1934, 344-46.
- CONSTANTIN ET MATRUCHOT: Sur un nouveau procédé de culture du champignon de couche. Revue horticole, 1894, p. 75.
- COOKE: Handbook of british fungi, 1871. Illustrations of british fungi, 1884-6.

- FRIESE W.: Welche Faktoren sind für das Zustandekommen eines gutes oder schlechten Pilzjahres massgebend? Pharmazeutische zentralhalle für Deutschland, 91° Jrg., Heft 3, März 1952, 73-81.
- HAARER F.L.S.: Some mushroom mysteries. The commercial mushroom grower, Oct. 1955, 903.
- HABERSAAT E.: Nos champignons. Manuel suisse de l'amateur. Librairie Payot, Lausanne 1946, 160 pag.
- HEINEMANN P.: Notes sur les Psalliotes du Maroc. Bull. trim. Soc. myc. de France, Tome 81, fasc. 3, 1965, 372-401 fig.
- HEINEMANN P. et ENGELS L.: Toxicité des acides organiques sur le mycélium d'*Agaricus hortensis* et espèces voisines en culture pure. Mushroom Science II, Gembloux 1953, 49-51.
- HOTSON J.A. and STUNTZ D.E.: The genus *Agaricus* in Western Washington. Mycologia, vol. 30, 1938, 204-234.
- HYAM G.: Field mushrooms in Victoria. J. Dep. Agric. Vict., 1946, 44, 460-464. (Uit Hort. abstr. 17-18, 1947-48, N° 893).
- JACOTTET J.: Les champignons dans la nature. Editions Delachaux et Niestlé, Paris 7, 1964, 225 pag. 76 planches.
- KAWAGOE SHIGENORI: The market fungi of Japan. Brit.Myc. Soc. Trans., Vol. 10, 1924-26, 201-206.
- KENNETH R. and WAHL I.: Cultivation of wild formes of *Psalliota bispora* in Israël. Bull. Res. Coun. Israël, 3, 1953, 255-6.
- KRAFT M.: Les ronds de sorcières. Schweizerische zeitschrift für Pilzkunde Vol. 3, (29) maart 1951, p. 47-49.
- LACHAUME J. et BELLAIR G. Champignons de couche. La maison rustique, Paris 1949, 95 pag.
- LAIBERT E.B.: Improving spawn cultures of cultivated mushrooms. Mushroom Science IV, Kopenhagen, 1959, 33-51.
- LANGE Martin: The fungus flora of the Arctic. Mushroom Science IV, Kopenhagen, 1959, 186-187.
- LEUBA F.: Champignons comestibles. Delachaux et Niestlé, Neuchatel, 2ème ed. 1947, 118 pag. 54 pl. color.
- MOELLER F.H.: Danish *Psalliota* species. Friesia, 4, 1-2 1950, 1-60.
- MOSER M.: Neue Pilzfunde aus Tirol, ein Beitrag zu Kenntnis der Pilzflora Tirols. Sydowia Annales Mycologici. Vol. IV, 1950, 84-123.
- MOSER M.: Der Einfluss tiefer Temperaturen auf das Wachstum und die Lebensstätigkeit höherer Pilze mit spezieller Berücksichtigung von Mykorrhizapilzen. Sydowia Annales Mycologici, 12° Jhrg. 1958, 386-399.
- MURRILL W.A.: Illustrations of fungi 8 en 9, Mycologia vol. 6, 1914, respect. 161-166 en 221-225.
- MURRILL W.A.: Fungi collected at Arkville, New York. Mycologia, vol. 8, 1916, 293-299.
- MURRILL W.A.: The Agaricaceae in tropical North America. Mycologia, vol. 10, 1918, p. 62-85.
- MURRILL W.A.: Dark-spored Agarics III. Mycologia, vol. 14, 1922, 200-221; *Agaricus campester* L. sp. pl. 1173, 1753.
- MURRILL W.A.: New Florida Agarics. Mycologia, vol. 30, 1938, 359-371.
- OVERHOLTS L.O.: Some colorado fungi. Mycologia, vol. 11, 1919, 245-258.
- PARKER-RHODES A.F.: The Basidiomycetes of Skokholm Island, I. Annoted species list. Brit. Myc. Soc. Trans., vol. 37, 1954, 324-342.
- PEARSON A.A.: Cape Agarics and Boleti. Brit. Myc.Soc. Trans. vol. 33, 1950, 276-316.
- PILAT A.: The bohemian species of the genus *Agaricus*. Acta mus. Nat. Prag., 7 B, Bot. 1, 1951, 46, 142 pag. 17 pl.

- POPPE J.A.: De nevenwerking van enige herbiciden bij *Psalliota bispora* Lange en *Psalliota campestris* Fries. Med. Rijksf. Landb. vol. 34, 3, Gent 1969, 798-806.
- RAIBOTTOM O.B.E., M.A., F.L.S.: A handbook of the larger British fungi. Trustees of British Museum, London, 1923, 222 pag. 141 fig.
- RIECK E.W.: Beitrage zu einer Pilzflora des Attergaues in Oberösterreich. Sydowia, ann. myc. vol. 15, 1-6, 1961, 159-184.
- ROVIRA A.D.: Plant root exudates and their influence upon soil micro-organisms; Ecology of soil born pathogens. University of California press, 1965, 170-186.
- RUCH R.: Die Blätterpilze des Nordwestlichen Sachsens, Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1952, 346 pag. fig.
- SACHS J.: Lehrbuch der Botanik, Jena, 1860.
- SCHAEFFER J. et MOELLER F.: Beitrag zur *Psalliota*-Forschung. Ann. Mycol. 36, 1938, 64-82.
- SCHANZ H.L. and PIETREISEL R.L.: Fungus fairy rings in Eastern Colorado and their effect on vegetation. Journal of Agricult. research, vol. 11, Washington, Oct. 1917, 191-245, 30 fig.
- SEEVER F.J. en WATERSTON J.M.: Contributions to the mycoflora of Bermuda. I. Mycologia, 32, 3, 1940 (zie ook R.A.M., N° 19, 1940, blz. 616).
- SMARDA FRANTISEK: The progress of the mushroom season in 1961. Ceska Mykol. 16, 4, 1962, 209-213. (via Biol. abstr. vol. 44, 4, 1963, N° 16687).
- SMARDA FRANTISEK: On the frequency of the occurrence of mushrooms in relation to the moon phase. Ceska Mykol., 21, 2, 1967, 92-97. (Via Biol. abstr. vol. 49, N° 11, 1968, N° 58, 356).
- SMITH H.A.: Studies in the dark-spored Agarics. Mycologia, vol. 40, 1948, 669-707, 93 fig.
- SMITH A.H.: The North American species of *Naematoloma*. Mycologia, vol. 43, 1951, 467-521.
- STANDLEY C.P.: Fungi of New Mexico. Mycologia, vol. 8, 1916, 142-177.
- SWANTON E.W.: Economic and folklore notes. Brit. Myc. Soc. Trans., 1896-1901, vol. 5, Kraus reprint Vaduz, 1963, 408-409.
- THYMAS L.: Les champignons en Russie. Les naturalistes Belges, Avril-mai 1965, 166-176.
- TOROV A.K.: The higher hymenomycetes as a source of physiologically active substances for plants. Dokl. Mosk. Sel-Skhoz Akad. N° 70, 1961, 179-87.
- TOROV A.K. (Agr. Inst. Plovdiv, Bulgaria): Field mushroom (*A. campestris*) as a physiological stimulant of plants. Bot. Zh 50, 4, 1965, 528-32, (via Biol. abstr. 47, 23, 1966, 114-131.).
- TRESCHOW Cecil: Taxonomy of the cultivated mushroom, Friesia Band III, Helt 2, 1945, 124-128.
- VASELKOV B.P. (USSR): Mushroom yield and weather. Bot. Zhur. 47, 2, 1962, 258-262 (Via Biol. abstr. vol. 42, 4, 1963, N° 15469).
- WAID J.S.: Distribution of fungi within the decomposing tissues of ryegrass roots. Trans. Brit. Myc. Soc. Trans. 40 (3), 1957, 391-400.
- WAKEFIELD E.M.: Description of two forms of the cultivated mushroom. Trans. Brit. Myc. Soc., 20, 1936, 239-241.
- WARCUP J.H.: The ecology of soil fungi. Brit. Myc. Soc. Trans. Vol. 34, 1951, 376-399.

- Biologie in reinkultuur

- ALEKSANDROV F.A.: The effect of gibberellin on the growth and yield of mushrooms. Bot. Zhurnal., 49, 1964, 1056-1057.
- ANONYMUS: Phytopathological notes. Phytopathology, vol. 33, 1943, 525-531.
- ANONYMUS: Sporenkieming bij de champignon. De champignonkultuur, 10, dec. 1969, 376-377.

- BALAN N., LUBURICI C. and SAVINOVA M^{me} N.: Research on the production of mycelium of the mushroom *P. campestris*. *Lucr. Stînt.*, Bucuresti, 1957-58, 277-286. (Via R.A.M., N° 39, 1960, blz. 766).
- BLOCK S.S. and RAO S.N.: Sawdust compost for mushroom growing. *Mushroom Science* V, 1962, 134-142.
- BOHUS G. (Budapest): Investigations concerning the life processes of the cultivated mushroom. *Mushroom Science* IV, 1959, 86-131.
- BORZINI G. and CERUTI SCURTI J.: Growing monosporous strains of *Psalliota campestris* (cult. form). *Mushroom Science* IV, 1959, 132-135.
- BOSE S.R.: Antibacterial principles from some higher fungi. *Journ. Sci. and Indust. India*, 11, B(4), 1952, 159-160.
- BOUILLENNE-WALRAND M^{me}, ENGELS L. (Mlle) et WILLAM A.: Teneur en substances de croissance du champignon de couche. *Mushroom Science* II, 1953, 26-28.
- BUKOWSKI T.: The influence of ethylene-bichloride $C_2H_4Cl_2$ on the germination of the spores of *Agaricus hortensis* Cooke. *Acta Microbiol.*, 3, Polonica, 1954, 395-7. (Via Biol. abstr. 1956, N° 8619).
- CARLILE M.J. (London), and LEONARD MACHLIS: A comparative study of the chemotaxis of the motile phases of *Allomyces*. *Amer. Journ. Bot.* 52(5), 1965, 484-486. (Via Biol. abstr. vol. 46, 18, 1965, N° 81454).
- CASIMIR J. et HEINEMANN P.: Contribution à l'étude du métabolisme azoté chez les champignons: nutrition du mycélium de l'*Agaricus hortensis* var. *alba* au moyen de différents acides aminés. *Proc. int. conf. sci. Aspects Mushroom Grg.*, 1953, 1954. (Via Hort. abstr. 24, 1954, N° 2736).
- DEHENNIN L., STOCKX and VANDENDRIESSCHE L.: The phosphomono-esterase activity of *Agaricus campestris*. *Rijksuniv. Ghent, Arch. intern. physiol. et bioch.*, 69, 1961, 79-88.
- DELMAS J. et POITOU Nicole: Les substances azotées et plus particulièrement les acides aminés dans les champignons et les composts. *Mushroom Science* VI, 1967, 193-202.
- DE ZEEUW D.J.: A method for obtaining single-spore cultures of *Agaricus campestris*. *Phytopathology*, 33, 6, 1943, 530-531.
- EDWARDS R.L.: Some factors affecting fructification in the mushroom. *Mushroom Science* I, reprint april 1962, 37-39.
- EGER G.: Does separated mycelium grow together again, and what is its yield? *M.G.A. Bull.* 1961, N° 140 pp. 328-34.
- EGER G.: Studies on the formation of fruiting bodies by cultivated mushrooms. *Mushroom Sci.*, 1962, (1963), 5: 314-20.
- FALCK R.: Über die sporenkeimung des champignons. *Mykol. Untersuchungen Beiheft* I, 1924.
- FERGUSON Margaret C.: A preliminary study of the germination of the spores of *Agaricus campestris* and other Basidiomycetes fungi. *Bull. U.S. Bur. Pl. Ind.* N° 16, 1902. (via Cayley 1936).
- FISHER F.G.: (Univ. Wuzburg): Analysis of the chemotropism of some fungi with special reference to *Saprolegnia*. *Gottfried Werner. Hoppe-Seylers Z. Physiol. Chem.* 300, 1955, 211-236. (via Chem. abstr. vol. 50, 1956, pag. 4294).
- FLEGG P.B.: The casing layer in the cultivation of the mushroom. *Journal of soil science*, 7, 1956, 168-176.
- FLEGG P.B.: Some aspects of the compost and casing layer in relation to fruiting of the cultivated mushroom. *Glasshouse Crops Res. Inst.*, 1957, 1959, 108-115 (via Hort. abstr. vol. 29, 1959, N° 2501).
- FLEGG P.B.: The casing layer, fruiting and moisture stress. *M.G.A. Bull.*, 117, 1959, 283-286 (via Hort. abstr., vol. 30, N° 2265).

- FLEGG P.B.: The effect of adding soluble salts to the casing layer on the yield and size of cultivated mushrooms. J. hort. Sci, 36, 1961, 145-148.
- FLEGG P.B.: The natural acculumation of soluble salts in the casing layer of mushroom beds. Engl. J. Hort. Sci, 36, 1961, 139-44 (via Chem. abstr. vol. 55, 1961, pag. 19098).
- FLEGG P.B.: The functions of the casing layer in relation to fruiting and growth of the cultivated mushroom *Psalliota hortensis*. Mushroom Science IV, 1969 (1960), 205-210.
- FRASER BYRON FUJIKAWA: The grow-promoting effect of several amino acids on the common cultivated mushroom, *Agaricus bisporus*. Mycologia 50, 1958, 538-39 (via Chem. abstr. vol. 53, 1959, pag. 2379).
- FRASER I.M.: The growth-promoting effect of 3-indolylacetic acid on the common cultivated mushroom, *Psalliota hortensis albidus*. Australian Journal of biol. Sci., 6, 1953, 379-95.
- GARIBOVA L.V.: Physiology of the nutrition of the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus* Lange). I Carbon nutrition. Nauch Nokl Vyssh Shkoly Biol. Nauk 4, 1963, 137-140 (via Biol. abstr. vol. 46, 1965, N° 81464).
- GARIBOVA L.V. (USSR): Method of creating artificial polysporous strains of the cultivated mushroom. Biol. Nauk 2, 1966, 104-106 (via Biol. abstr. vol. 48, 21, 1967, N° 108813).
- GERRITS J.P.G.: Onderzoek over de voeding van de champignon en over compostering. De champignoncultuur N° 10, dec. 1969, 371-372.
- GORSHKOV L. and N. KLYUSHKINA: Use of peat for growing mushrooms. Sad i Ogorod 8, 26-27, 1958, Referat. Zhur. Biol., 1959, N° 62240 (Translation).
- HAWKER L.E.: Physiology of fungi. University of London Press, London, 1950, 360 pag.
- HEIN Illo: Cell fusions in fungous hyphae. Science, 70 (1826), 1929, 635 (via Biol. abstr. vol. 5, 1931, N° 2163).
- HEINEMANN P.: Sur divers facteurs agissant sur la formation des primordiums de l'*Agaricus edulis* en culture pure. VII° Congres int. de botanique, 1954.
- HOFFMAN I.C. and HUNT C.H.: Effect of supplementary B-complex vitamins on yields and vitamin content of mushrooms. Res. Bull. Ohio agric. Exp. Stat., 815, 1958, pp. 27 (via Hort. abstr., 29, 1959, N° 471).
- HU K.Z. & SONG S.F.: Study on the preservation of basidiospores and tissues of *Agaricus campestris* L. et Fr. Intl. Taiwan agric. Res. (formerly Agric. Res., Taipei), 1965, 14 (4): 44-46.
- HUHNKE W. und von SENGEBUSH R.: Champignonanbau auf nicht kompostiertem Nährsubstrat. Mushroom Science VII, Pudoc Wageningen, 1929, 405-419, + foto's.
- HUMFELD H. & SUGIHARA T.F.: The nutrient requirements of *Agaricus campestris* grown in submerged culture. Mycologia, 44,5, pp. 605-620, 1952.
- KEHL H.: Zur Keimungsfysiologie der Champignonspore. Gartenbauwissensch., 17, 1942, 156-170.
- KLUSHNIKOVA I^{me} E.S.: The characteristics of the fourspored wild *Psalliota campestris* and its differentiation from the two-spored cultivated mushroom. Bull. Soc. Nat. Moscou, Sect. Biol. N.S., 48, 1939, 5358, 5-6 pp.
- KONISHI Michio: Growth promoting effect of certain aminoacids on the agaricus fruit body. Mushroom Science VI, 1965, 121-134.
- KRITSKII M.S., KULAEV et al.: (Bakh. Inst. Biochem. & Univ. Moscow). Phosphate translocation in fruit bodies of mushrooms. Biokhimiya, 30 (4): 778-789, 1965.
- LABORDE J. et DELMAS J.: La préparation express de substrats. Bull. Fed. Nat. Syn. Agr. Cul. Champ. N° 184, oct. 1969, 2093-2109.

- LA BORDETTE: Nouveau système de culture des champignons. La Belg. hort., IV, Liège, 1862, 55-56.
- LANIECE A.: Production and use of liquid mushroom spawn. To Royle champignon, U.S., 3, 286,399, Cl. 47-1, I, Nov. 22, 1966, Fr. Appl. Nov. 12, 1963, 2 pp.
- LOCKARD J.D. and KNEEBONE L.R.: Investigation of the metabolic gases produced by *Agaricus bisporus* (Lange) Singer. Mushr. Science V, 1962, 281-299.
- LOSEL D.M.: The stimulation of spore germination in *Agaricus bisporus* by living mycelium. Ann. Bot., 28, London 1966, 541-54.
- LOSEL D.M.: The stimulation of spore germination in *Agaricus bisporus* by organic acids. Ann. Bot. 31, 122, London 1967, 417-425.
- McTEAGUE D.M., HUTCHINSON S.A. & REED R.I.: Spore germination in *Agaricus campestris* L. ex Fr.-Nature, Lond., 183, 4677, 1959.
- MARTIN G.: Comparaison des besoins de calcium de quelques souches de *Psalliota hortensis* Cke cultivées dans différents milieux. Ann. Inst. Pasteur (Paris) 101 (6), 1961, 943-950. (via Biol. abstr. vol. 40, 2, 1962, N° 7792).
- MONTET D.: L'action de l'oxyde noir d'urane en culture industrielle de champignons. Comptes rendus Soc. de Biol., cxi, 29, 1932.
- OVERSTEYNS A.: Voor de champignonkweker, fundamentele problemen en synthetische compost in 1964. Tuinbouwberichten, 29° jaargang, N° 1, januari 1965, blz. 17-19.
- POPPE J.A.: De champignonteelt en haar problemen. Proefschrift einde studiën, Rijksfac. Landbouw Univ. Gent, 1962, 203 pag.
- POPPE J.A.: De tolerantie van champignonmycelium tegenover enige insecticiden en acariciden. Meded. Rijksfac. Landbouwwetenschappen Gent, 31 (3): 995-1004. 1966.
- POPPE J.A.: Enige goed bevonden mestbereidingen voor champignonteelt. Land- en tuinbouwjaarboek 1966-67, 197-271.
- POPPE J.A.: Wetenschap en techniek in de champignonteelt. Champignonteelt en mycologie, 3, 1968, 94-105.
- RASMUSSEN: Mushroom growing in Denmark. Mushroom Sci. 3, 24-35, 1956.
- RASMUSSEN C.R.: Mushrooms; experiments with various combinations of sulphate of ammonia, calciumcarbonate, superphosphate and gypsum, and their effect on outdoorcomposting and yield. Horticultura, 1966, 20, 35-51. (via Hort. abstr., 36, 1966 (deel 2), N° 4808).
- REEVE E. (Chicago): Influence of vitamin supplements on mushroom yields. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 59, 1952, 367-71. (via Chem. abstr. vol. 47, 1953, p. 5494).
- RENARD M. et CASIMIR J.: Repartition des acides aminés chez les agaricales. Mushroom Science II, 1953, 39-45.
- REYNDERS A.F.M.: Les problèmes de développement des carpophores des Agaricales et de quelques groupes voisins. Uitgeverij W. Junk, Den Haag, 1963, 412 pag. 55 pl.
- SAN ANTONIA JAMES P.: (U.S.A.): Effects of injection of nutrient solutions into compost on the yield of mushrooms (*Ag. bisporus*). Pro. Amer. Soc. Hort. Sci., 89, 1966- 415-422. (via Biol. abstr. vol. 48, 9, 1967, N° 46113).
- SAN ANTONIA JAMES P. and LAMBERT E.B.: Effects of pesticides in casing soil on growth and development of cultivated mushrooms. Mushroom Science V, 1962, 327-339.
- SARAZIN A.: Cultures monospere d'*Agaricus campestris* var. cultivée. C.R. Acad. Sci., CC VII, 25, 1939, 2015-2017.
- SCHISLER L.C.: A physiological investigation of sporophore initiation in the cultivated mushroom, *Agaricus campestris* L. ex. Fr. Diss. Abstr. 17, 5, p. 958, 1957.

- SCHISLER L.C.: Stimulation of yield in the cultivated mushroom by vegetable oils. *Appl. Microbiol.*, 15 (4): 844-850, 1967. Pa Sta. Univ., University Park.
- SCHWANTES H.O.: Wirkung unterschiedlicher stickstoffkonzentrationen und -Verbindungen auf Wachstum und Fruchtkörperbildung von Pilzen. *Mushroom Science VII*, 1968, 257-272.
- SINDEN W.J.: Growing mushroom spawn. The Pennsylvania Research Corp., Brit, 3 Aug., 1938, 469, 789. (via Chem. abstr. vol. 32, 1938, pag 1040).
- SOLARI J.: The effect of phosphate on the production of mushrooms. *Mushroom Science V*, 1962 (1953), 19-22.
- STANEK M.: The germination of the basidiospores of the cultivated mushroom *A. bisporus*. *Ces. Mykol.*, 13, 1950, 241-251.
- STYER J. FRANKLIN: Nutrition of the cultivated mushroom. *Am. Journ. Bot.*, 17 (10), 1930, 983-994 (via Biol. abstr., vol. 6, 1962, 1, N° 6608).
- THIELKE Charlotte: (Pflanzenphysiol. Inst., Freien Univ., Berlin, Germ.) Calciumoxalatkristalle in Fruchtkörpern des Kulturchampignons. *Naturwissenschaften* 53(24): 703 illus. 1966.
- TOREV A.: Submerged culture of higher fungi mycelium on an industrial scale. *Mushroom Science VII*, 1958 (1959), 585-589.
- TRESCHOW C.: Nutrition of the cultivated mushroom. *Revis w Scerig pomol. Fören Arsskr.*, Copenhagen 45, 1945, 187-9.
- TRZCINSKI T. & WILLAM A.: The influence of potassium on mushroom culture. *Mushroom Sci.* 3, 171-8, 1956. (in French).
- TSCHIERPE H.J.: Die bedeutung des Kohlendioxyde für den Kulturchampignon. *Gartenbauwiss.* 24(6), Heft 1, 1959, 18-75. (via Hort. abstr. vol. 30, N° 3854).
- TSCHIERPE H.J. und SINDEN J.W.: Weitere untersuchungen über die Bedeutung von Kohlendioxyde für die Fruktifikation des Kulturchampignons, *Ag. campestris* var. *bisporus* (L.) Lge. *Arch. Mikrobiol.* 49, 4, 1964, 405-425.
- TSCHIERPE H.J. und SINDEN J.W.: Easily volatile products of aerobic and anaerobic metabolism in the cultivated mushroom. *A.c. var. bisporus* (L.) Lge. *Arch. Mikrobiol.*, 52(3): 231-241. Hauser Champignonkulturen Ag. Gossau-Zürich, Zwitterland. 1965.
- TSU-NING G.: Production of oxalic acid by a strain of *Agaricus campestris*. *Ann. Appl. microbiology.* II, 1963, 255 (via Biol. abstr. vol. 4, 6, 1, 1963, N° 24848).
- TURNER Elizabeth M.: Some physiological characteristics of mushroom mycelium grown in compost extracts. *Mushroom Science VII*, 1968, 37-48.
- WILLAM A.: Etude de l'évolution biochimique des composés phosphorés dans les composts et de la nutrition phosphorée du champignon. *Rapp. Comité Appl. Méth. isotop. Rech. agron.* 1955-1956. pp. 91-101.
- Comparatieve ziekteresistentie
- AYERS T.T. LAMBERT E.B.: Hort. Crops Research Branch U.S.D.A., Beltsville, Md. Controlling mushroom diseases with chlorinated water. *Plant disease Reprtr.* 39, 829-36, 1955.
- CHARLES Vera K. and POPENOU C.H.: Some mushroom diseases and their carriers. U.S. Dept. of Agric. Circ. 27, 1928, 9 pp. (via R.A.M. N° 7, 1929, p. 488).
- CHAZE J. et SARAZIN A.: Le parasitisme du champignon de couche par la môle est un phénomène réversible. *C.R. Acad. Sci.*, Paris, 21, 1935, 1781-83. (via R.A.M., N° 14, 1935, p. 674).
- CROSS M.J. and JACOBS L.: Some observations on the biology of spores of *Verticillium dahliae*. *Mushroom Science VII*, 1968-1969, 239-244.

- ESPINASSE Huguette M^{elle} et TOUZE-SOULET Jane-Marie: Physiologie du *Mycogone perniciosus* Magn. agent de la môle du champignon de couche. Comptes rendus hebdomadaires de Séances de l'Académie de sciences. Tome 267, N° 2, 1968, 1582-1582.
- ESPINASSE Huguette M^{elle} et TOUZE-SOULET Jane-Marie: Etude in vitro de certains aspects du parasitisme du *Mycogone perniciosus* Magnus sur le champignon de couche, *Psalliota bispora* Lange Möller. Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie de sciences. Tome 269, N° 2, 1969, 149-152.
- FASSATIOVA O.: (Dept. Bot., Univ. Prague, Czechoslovakia). The concept of the species *V. malthousei*. Preslia, 37(4): 363-368, 1965.
- FEKETE K.: The morphology, biology, and control of *V. malthousei*, a parasite of the cultivated mushroom. Phytopath. Z., 1967, 59(1): 1-32. Engl. summ. Eidg. techn. Hochsch., Zürich.
- FLETCHER J.T. and GANNEY G.W.: Experiments on the biology and control of *Mycogone perniciosus* Magn. Mushroom Science VII, 1968 (1969), 221-237.
- GANDY D.G.: Copper sulphate as a selective fungicide in compost. Bull. Mushroom Grs' Ass., 1963, 43.
- GOODMAN R.N.: The effect of pentachloronitrobenzene (PCNB) on mushroom production. Univ. of Missouri, Columbia, Plant Disease Repr., 42, 444-6, 1958.
- KOHN S.: Use of methyl bromide on our mushroom plant. M.G.A. Bull., 1962, N° 152, pp. 329-33, illust.
- PHILIPP A.: Studies on the control of *Verticillium* disease of mushrooms. Arch. Gartenb., 1963, 11: 613-23.
- PIZER N.H. and GLASSCOCK H.H.: Experiments to determine the effect of certain wood preservatives on the growth and cropping of the cultivated mushroom (*Psalliota campestris*). Ann. appl. Biol., 1943, 30: 128-31.
- POPPE J.A.: Ziekten, konkurrentieschimmels en groeiverstoringen bij champignons. Mededeling N° 161, Rijksstation voor Plantenziektenkunde, Gent, 1966, 36-42.
- POPPE J.A.: Infectieproeven met *Verticillium* sp. op *Psalliota bispora* Lange. Mededelingen Rijksf. Landbouwwetenschappen, vol. 32, N° 3/4, Gent, 1967, 783-792.
- POPPE J.A.: De tolerantie van champignonmycelium tegenover enige fungiciden. Mededelingen Rijksf. Landbouwwetenschappen, Gent, 1968, 33,3, 945-953.
- READ W.H.: (Glasshouse Crops Res. Inst.). Pesticides for mushrooms. MGA Bull. 194: 69-93 1966.
- SINDEN J.W. and YODER J.B.: Effect of copper and certain dithiocarbamate fungicides on the control of *Verticillium* spot and bubble of mushrooms. Abstr. in Phytopathology, 1949, 39, 22.
- SMITH F.E.V.: Three diseases of cultivated mushrooms. Brit. Myc. Soc. Trans. Vol. X, 1924-26, p. 81-97.
- WARE W.M.: A disease of cultivated mushrooms caused by *Verticillium malthousei* sp. nov. Annals of botany, XL VII, 1933, 763-785. fig.

- Nieuwe domesticatiekansen

- CAILLEUX R.: La culture d'un champignon de couche tropical, *Psalliota subdulis*. Mushroom Science VII, 1968, 571-575.
- DUGGAR B.M.: The principles of mushroom growing and mushroom spawn making. U.S. Dept. Agric. Bur. Plant Industry, Washington D.C., Bull. 85, 1905.
- FALCONER W.: The new mushroom *Agaricus subrufescens* Peck. Amer. Florist, 9, 1894, p. 657.
- LEBEDEVA L.A.: An experiment in growing mushrooms at the Kornarov Institute of Botany of the Academy of Sciences (Russian). Sovetsk. Botan. N° 4, 1941, 100-107.

- MOELLER F.H.: *Agaricus (Psalliota) leucotrichus* Möll. i kultur. *FRIESIA* 7(1): 60-68, 1962 (1963) (German summ.).
- PASSECKER F.: Kulturversuche mit Wildformen des Champignons und anderen Agaricaceen. *Mushroom Science* IV, Kopenhagen, 1959, 477-483.
- PETER Julius: Zuchtversuche mit höheren Pilzen. *Schweiz. Zeitschrift für Pilzkunde*. vol. 27, N° 2, 1949, 28-29.
- TRESCHOW Cecil: Taxonomy of the cultivated mushroom. *Friesia*, Band III, heft 2, 1945, 124-128.
- UZONYI Adèle: Data on the determination of the cropping value of wild mushroom strains taken into cultivation. *Mushroom Science* IV. Kopenhagen, 1959, 379-392.
- UZONYI Adèle L.: Investigations into some conditions for sporegermination, and data on the establishment of growing conditions for *Agaricus macrosporus*. *Mushroom Science* VI, 1965, pag. 65-74.
- VEDDER P.J.: De akkerchampignon. De champignoncultuur, N° 8, 8° jaargang, oct. 1964, 248-249.
- WAHL I. (Israël): Cultivation of wild forms of the mushroom *Psalliota bispora* (Lge) Schäffer and Möller. *Phytopathology*, 40, 9, 1950, 793-798.

2. Auteurs naar dewelke in meer dan een hoofdstuk gerefereerd wordt:

- BEL J.: Les champignons supérieurs du Tarn. J. Baillière et Fils, Paris, 1889, 199 pag., 32 pl. col.
- BELS-KONING H.C. en BELS P.J.: Handleiding voor de champignoncultuur. Uitgave Proefstation v. champignoncultuur, Horst, 1958, 295 pag.
- BOIMMER E. et ROUSSEAU M.: Catalogue des champignons observés aux environs de Bruxelles. Imprim. Annoot-Braeckman, Gand, 1879, 219 pag.
- BONNEFONS Nicolas De: Le Jardinier Français, section VII, Chapitre "les champignons" Paris, 1651, 236-238.
- CAYLEY D.M.: Spores and spore germination in wild and cultivated mushrooms (*Psalliota* spp.). *Trans. Brit. Myc. Soc.*, 20, 1936, 225-241.
- CAYLEY Dorothy M.: Experiment spawn and mushroom culture I en II. *Annales of applied biology*. 24(I), 1937, en 25(II), 1938, 311-320 en 322-329.
- COLSON Barbara: The cytology of the mushroom *Psalliota campestris* Quélet. *Ann. Botany*, 44(193), 1935, 1-18. *Biol. abstr.* vol. 10,1, 1936, N° 4162.
- CONSTANTIN et MATRUCHOT: Sur la fixité des races dans le champignon de couche. *Revue horticole* 1894, 280-281.
- DE TOURNEFORT J.P.: Observations sur la naissance et sur la culture de champignons. *Mem. Acad. Royale de Sciences*, Paris 2 Mars 1707, 58-65.
- EGER Gerlind: Zum Problem der Fruchtkörperbildung beim Kulturchampignon *Psalliota bispora* Lge. *Naturwissenschaften*, 46, 1959, 498-499. (via Hort. abstr., sept. 1960, N° 3855).
- ESSETTE Henri: Les Psalliotés. Paul Lechevalier, Paris, 1964, 84 pag. 57 pl.
- HARD M.E.: The mushroom. Hafner publishing company, New York, 1961, 609 pag. ill.
- HEIM R.: Les champignons d'Europe, II, Ed. Boubée, Paris, 1957, 572 pag. 52 fig.
- HEINEMANN P.: Etat actuel de l'étude systématique du genre *Agaricus* Fries sensu stricto (*Psalliota*). *Mushroom Science* II, Gembloux, 1953, 6-11.
- HENNIG M.: Handbuch für Pilzfreunde I und IV, Gustav Fisher Verlag, Jena, 1958 (I), 260 pag; 1967 (IV) 316 pag.
- HOFFMANN H.: Untersuchungen über die Keimung der Pilzsporen. *Jahrb. wiss. Bot.*, 2, 1860, 267-337.
- HORAK E.: (Inst-Tyrol): Beitrag zur Pilzflora des Burgenlandes I, *Sydowia Annales Mycologici*, vol. 13, 1959, 131-138.
- KICKX Jean (Prof. Bot. Univ. Gand): Flore Cryptogamiques des Flandres. Lib. H. Hoste, Gand, 1867, Tome II, 490 pag.

- KONRAD P. et MAUBLANC A.: Révision des Hymenomycètes de France et des pays limitrophes. Paul Lechevalier, Paris, 1924-37, 558 pag.
- KONRAD P. et MAUBLANC A.: Les Agaricales, classification, iconographie ets. Paul Lechevalier, Paris, 1948, 464 pag.
- KUHNER R. et ROMAGNESI H.: Flore analytique des champignons supérieurs. Masson et Cie éditeurs, Paris 6, 1953, 557 pag. 677 fig.
- LANGE J.E.: Studies in the agarics of Denmark, Part VI, Psalliota, Russula. Dans. Bot. arkiv. 4(12): 1926, 1-50.
- LOHWAG HEINRICH: Anatomie der Asco- und Basidiomycetes! Gebrüder Bronträger 1941, 572 pag.
- MASSEE Georges: British fungi. Routledge and sons, London 1911, 551 pag. fig.
- MAUBLANC André: Les champignons de France I en II, Paul Lechevalier, Paris, 1959, I, 305 pag; II 283 pag. et 224 planches.
- MONCEAUX R.H.: La vie mystérieuse des champignons sauvages. Stock, 1966, 251 pag. 56 foto's.
- MOYEN J.: Les champignons. Rotschild, Paris, + 1900, 762 fig.
- MURRILL W.A.: The Agaricaceae of the Pacific Coast III, Mycologia, vol. 4, 1912, 294-308.
- POPPE J.A.: Historische schets van de wetenschap der paddestoelencultuur. Champignonenteelt en mycologie, vol. 1 N° 1, 1967, 27-38.
- QUELET L.: Enchiridion fungorum in Europa media, Lutetiae, Octavii Doin, Bibliopolae, 1886, 352 pag.
- SCHAEFFER J. und NOELLER F.: Beitrag zur Psalliota-Forschung (vier opeenvolgende publicaties) vanaf 27° jaargang N° 1, jan. 1949 en volgende.
- SINGER Rolf: The Agaricales in modern taxonomy, Weinheim. J. Craemer, New York, 1962, 915 pag. fig.
- SMITH A.H.: The mushroom hunters field guide. The university of Michigan press, 1963, 264 fig.
- STEWART G.C.: Is Psalliota brunnescens under cultivation? Mycologia, 21; 1929, 41-43.
- STOLLER B.B.: Some practical aspects of making mushroom spawn. Mushroom science V, Pennsylvania, 1962, 170-184.
- VEDDER P.J.C.: Moderne champignonenteelt. Tjeenk Willink, Zwolle, 1968, 291 pag. fig. en foto's.

Opmerking:

Ten einde een zo volledig mogelijk beeld te krijgen van de tot heden gepubliceerde kennis omtrent de Psalliota's, werden alle handleidingen en tijdschriften over mycologie, phytopathologie en paddestoelenteelt, integraal geraadpleegd; en eveneens alle tot hiertoe uitgegeven Biological - Chemical - en Horticultural - abstracts, alsmede de Review of applied mycology; waaruit telkens de ons interesserende publicaties werden aangevraagd.

Gent, 31 maart 1971

UNIVERSITAIR EXAMEN
DOCTORAAT IN DE LANDBOUWKUNDIGE WETENSCHAPPEN

In de feestzaal van de Faculteit van de Landbouwwetenschappen te Gent, Coupure Links, 533, zal de heer POPPE Joseph (Melle), Landbouwkundig Ingenieur, groep : Tuinbouw op dinsdag, 20 april 1971 te 17 u. in het openbaar zijn proefschrift verdedigen dat werd ingediend met het oog op het verwerven van de graad van doctor in de landbouwkundige wetenschappen.

Het proefschrift is getiteld :

"Natuurstudie en vergelijkende reinkultuur van obligaat en fakultatief grasbewonende Psalliotas".

De bijgevoegde stellingen luiden :

1. Een groot percentage van de bosgrondbewonende hogere zwammen leeft in symbiose met de wortels van de houtachtige vegetatie, terwijl andere bijzondere fytopathogene eigenschappen bezitten.
 2. Sommige bouwhoutbeschadigers zijn wond- of zwakteparasieten die reeds onopvallend voor de kapping in de boomstam aanwezig zijn, terwijl de overige zich na de zaging op vochtig hout vestigen.
 3. De koeling speelt een belangrijke rol bij de vruchtzetting van meerdere hogere zwammen zowel in vitro als in vivo.
-